



**Città di Settimo Torinese**

Regione Piemonte

Provincia di Torino

**Ha47 - OPERE DI URBANIZZAZIONE  
VIA LODI IN SETTIMO TORINESE  
II STRALCIO  
III STRALCIO  
IV STRALCIO**

**PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**

Tav. n.

Oggetto

Scala

**A1**

**RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA**



Per lo sviluppo locale

SAT s.r.l. - p.zza della Libertà, 4 - 10036 Settimo T.se - Tel. 039-011 8028211

Rev. Agg.	Data	Descrizione	Redazione	Direttore Tecnico SAT s.r.l.: arch. Milena QUERCIA
00	aprile 2019	prima redazione	sc	Coordinamento progettuale SAT s.r.l.: Arch. Serena CAUDANO
				Progettisti: ing. Nicoletta ALOTTO arch. Serena CAUDANO ing. Barbara DI NINNI ing. Daniele MOSCA Opere idrauliche
Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione: arch. Giuliana M. PACIOCCO				

COD: 704-14

FN: 704\_relazione tecnica.doc

RC:sc

RP: cm

## INDICE

A.	PREMESSA	2
B.	AMBITO DI INTERVENTO E CRITERI DI SCELTA PROGETTUALE	2
C.	SOTTOSERVIZI ESISTENTI	2
D.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DA REALIZZARE	3
	<i>LAVORI PREPARATORI ALL'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI, RIMOZIONI E DEMOLIZIONI</i>	4
	<i>SEZIONE STRADALE E PACCHETTI DI FONDAZIONE</i>	4
	<i>BARRIERE ARCHITETTONICHE</i>	5
	<i>SEGNALETICA STRADALE</i>	6
	<i>OPERE A VERDE</i>	6
E.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	6
F.	CARATTERISTICHE GENERALI NUOVI SOTTOSERVIZI	7
	<i>RACCOLTA ACQUE METEORICHE</i>	7
	<i>FOGNATURA NERA</i>	7
	<i>ACQUEDOTTO</i>	7
	<i>ENEL</i>	7
	<i>FIBRA E TELEFONIA</i>	8
	<i>GAS</i>	8
G.	GESTIONE DELLE INTERFERENZE	8
H.	DISPONIBILITA' DELLE AREE	8
I.	ASPETTI GEOLOGICO-TECNICI	8
J.	GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	8
K.	CRITERI AMBIENTALI MINIMI	9
	<b>ALLEGATO I</b>	13
	<b>ALLEGATO II</b>	23

## A. PREMESSA

Il comune di Settimo Torinese ha incaricato la società SAT srl di predisporre il progetto definitivo-esecutivo denominato "Ha47 opere di urbanizzazione via Lodi in Settimo Torinese", oggetto di Piano Esecutivo Convenzionato, relativo alle opere di urbanizzazione necessarie alla realizzazione di un nuovo insediamento residenziale compreso tra via Milano e via Lombardia, nel territorio del comune di Settimo Tse.

[Il presente progetto, che fa seguito alle opere realizzate del I Stralcio, è suddiviso in II, III e IV Stralcio. Le opere saranno eseguite secondo le tempistiche dettate dall'Amministrazione pubblica.](#)

## B. AMBITO DI INTERVENTO E CRITERI DI SCELTA PROGETTUALE

L'area, in parte ineditata, si presenta con una forma rettangolare abbastanza regolare, con un dislivello tra inizio area verso via Milano e fondo cieco di via Lodi di circa 70 cm. L'area è ubicata all'interno di un contesto urbano di recente edificazione, costituito da edifici residenziali di uno-due piani fuori terra.

I criteri che hanno guidato alla definizione della sezione stradale sono stati scelti per massimizzare la fruibilità della nuova area da parte dei residenti, con percorsi pedonali segnalati da una pavimentazione in autobloccanti, così come per l'attraversamento pedonale. L'inerbimento e la piantumazione di alberature rendono gradevole e di minor impatto l'inserimento dell'area a parcheggio.

## C. SOTTOSERVIZI ESISTENTI

Lungo via Lodi sono posizionati i principali sottoservizi, realizzati contestualmente all'edificazione dell'area residenziale antistante il presente intervento. [Inoltre sono già stati realizzati con il I Stralcio i interventi le reti a servizio del primo ambito edificato del PEC.](#)

Lungo il tracciato di via Lodi sono presenti ad oggi:

- condotta di smaltimento fognario;
- condotta di smaltimento acque meteoriche;
- condotta approvvigionamento gas;
- acquedotto;
- linee di distribuzione dell'elettricità e linee telefoniche;
- impianto di illuminazione pubblica.

Per maggiori dettagli consultare la **Tav. 06**. La posizione delle reti nella tavola citata è assolutamente indicativa e prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore e' tenuto a verificare le effettive posizioni e profondità dei sottoservizi esistenti.

E' comunque prevista l'esecuzione a campione di scavi a mano di sondaggio in tutto l'ambito di intervento.

#### **D. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DA REALIZZARE**

Il progetto riguarda la realizzazione di un nuovo accesso alle residenze in fase di realizzazione, con una nuova area a parcheggio pubblico. La sezione stradale di circa 7.50 m prevede ai lati i percorsi pedonali, in alcuni tratti su marciapiede rialzato, in altri su marciapiede a raso, con viabilità automobilistica temporaneamente gestita con senso unico alternato.

La conformazione territoriale presenta un dislivello di circa 70 cm sull'asse longitudinale dell'area.

La realizzazione delle opere di urbanizzazione prevede:

- il completamento dell'area a parcheggio pubblico inerbito;
- un tratto stradale di uscita dall'area a parcheggio, avente senso unico;
- marciapiedi pavimentati;
- filare alberato;
- segnaletica stradale orizzontale e verticale;
- rete di illuminazione pubblica;
- completamento delle reti di sottoservizi (rete di smaltimento acque meteoriche, smaltimento acque nere, acquedotto, estensione rete gas, cavidotti Enel e Telecom).

Il presente progetto prevede le seguenti lavorazioni suddivise in diversi Stralci di intervento (cfr. Tav. 03 Planimetria di progetto I Stralcio):

- **LAVORAZIONI II STRALCIO:**
  - Fondazione stradale sino allo strato di stabilizzato a cemento di tutte le aree in asfalto
  - Reti e sottoservizi dell'intero comparto
- **LAVORAZIONI III STRALCIO:**
  - Pacchetto stradale: tout venant, tappetino d'usura
  - Area parcheggio con recinzione di delimitazione
  - Area pedonale
  - Piantumazione alberature
  - Riposizionamento in quota pozzetti e caditoie

- Marciapiede adiacente alla strada in progetto
- Segnaletica orizzontale e verticale nell'ambito inerente il tratto di strada in progetto
- **LAVORAZIONI IV STRALCIO:**
  - Marciapiede adiacente al tratto esistente di via Lodi
  - Riposizionamento in quota eventuali chiusini su marciapiede
  - Segnaletica verticale del tratto di marciapiede del presente stralcio

### **Lavori preparatori all'esecuzione degli interventi, rimozioni e demolizioni**

Comprendono l'esecuzione di tutti le lavorazioni funzionali alla predisposizione del piano di fondazione e di posa delle opere e dei manufatti da realizzare.

In particolare riguardano i lavori di decespugliamento, rimozione di eventuali arbusti e di tutti i manufatti esistenti, non funzionali ai nuovi interventi, gli scavi per la rimozione dello strato superficiale di terreno alterato, nonché gli scavi a sezione obbligata per fondazioni e per la realizzazione delle reti tecnologiche.

I materiali rimossi ove ritenuto opportuno saranno recuperati e trasportati nei depositi dell'Amministrazione; per materiali non reimpiegabili né riutilizzabili, si provvederà all'allontanamento nelle pubbliche discariche.

In particolare sono previsti:

- demolizione della recinzione in assi grezze di legno e rete plastificata a confine con la proprietà lato cimitero;
- demolizione della piattaforma in cls non armato realizzata su futuro sedime stradale per una provvisoria raccolta rifiuti;
- scavi per posa nuovi sottoservizi;
- rimozione paline di segnaletica;
- rimozione di cordonatura esistente su via Lodi;
- scavo su asfalto;
- scotico e scavo su terra.

### **Sezione stradale e pacchetti di fondazione**

La strada ha sezione di larghezza costante pari a 3.75 m. Il tratto di accesso, oggetto del presente intervento, presenta un marciapiede rialzato di larghezza 2.00 ed un percorso pedonale a raso, lato via Lombardia, di larghezza 1.75 m. Il tratto adibito a parcheggio, con pavimentazione in autobloccanti inerbati, presenta aiuole alberate ogni 3/4 stalli, con marciapiede rialzato sul lato di nuova edificazione, di larghezza pari a 2.00 m.

La stratigrafia per viabilità è la seguente:

- misto granulare anidro per fondazioni stradali, sp. 30 cm;
- misto granulare stabilizzato a cemento sp. 20 cm;
- tessuto non tessuto;
- tout-venant sp. 12 cm;
- tappeto d'usura sp. 3 cm.

La stratigrafia per i marciapiedi è la seguente:

- fondazione per marciapiede: cls sp. 10 cm su ghiaia sp. 10 cm;
- tessuto non tessuto;
- sabbia di allettamento sp. 2 cm;
- autobloccanti di colore rosso sp. 5/6 cm;
- cordoli in cls sez. (12-15)x25 cm;
- cordoli in cls sez. 7x25 cm verso il lato edificato per contenere il pacchetto nei tratti in cui non è ancora realizzata la recinzione privata.

Le rampe per i salti di quota degli accessi ai passi carrai saranno realizzate mediante l'accostamento di scivoli in cemento in conci prefabbricati di dimensioni 40 cm x 50 cm ciascuno, con altezza che va da 9 a 15 cm, con gli opportuni raccordi.

La pavimentazione degli attraversamenti pedonali sarà realizzata con marmette autobloccanti colorate in rosso e bianco, di spessore 7/8 cm, posate su uno strato di sabbia di allettamento di circa 6 cm.

La stratigrafia per il parcheggio inerbito è la seguente:

- misto granulare anidro per fondazioni stradali, sp. 30 cm;
- misto granulare stabilizzato a cemento sp. 20 cm;
- tessuto non tessuto;
- sabbia di allettamento sp. 7 cm;
- autobloccanti forati in calcestruzzo, sp. 7/8 cm, con riempimento di terra agraria seminata a prato.

### **Barriere architettoniche**

In tutto l'ambito di intervento è stata posta particolare attenzione al superamento delle barriere architettoniche. Verranno realizzate rampe di pendenza massima 8% e i percorsi rialzati avranno ovunque larghezza minima 2,00 m.

### **Segnaletica stradale**

Verrà realizzata la segnaletica stradale orizzontale e verticale, così come richiesta dal “Nuovo Codice della strada”, Decreto Legislativo N. 285 del 30/04/1992 e s.m.i. e dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. n. 495/1992) e s.m.i.

### **Opere a verde**

Le opere a verde riguardano la realizzazione di:

- stalli inerbiti
- piantumazione di filare alberato per l'ombreggiatura del parcheggio.

Si prevede la piantumazione di alberature a 3.00 m dai confini con le altre proprietà. Poiché non si prevede la realizzazione dell'impianto di irrigazione, le scelte relative alle essenze arbustive ed erbacee sono indirizzate verso quelle essenze che sopportano bene la scarsità di acqua e che preferiscono posizioni in pieno sole.



Per quanto riguarda la scelta delle alberature questa è stata indirizzata verso essenze robuste agli agenti inquinanti e con un apparato radicale che non interferisca con la sovrastruttura stradale

L'essenza prevista, della tipologia Acer Campestre, viene fornita con diametro pari a 10/12 cm e in numero pari a 5 esemplari.

Per la messa a dimora delle essenze arboree, al piede dell'albero si dovrà avere cura di formare una conca molto capiente in modo da massimizzare i benefici di eventuali adacquature di soccorso.

## **E. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

In progetto si prevede la realizzazione di un impianto di illuminazione pubblica a norma composto da due tipologie di corpi illuminanti:

- illuminazione stradale;
- illuminazione aree di parcheggio.

L'illuminazione stradale sarà realizzata mediante apparecchi di illuminazione con sorgente luminosa a Led 28x2 W o equivalenti, posizionati su pali in acciaio zincato e verniciato con colorazione nera o grigio scuro.

I pali avranno altezza fuori terra pari a m 8,00, gli apparecchi saranno muniti di attacchi a testa palo diam. 60 mm. Saranno installati in totale n° 7 punti luce.

L'illuminazione delle aree di parcheggio sarà realizzata mediante apparecchi di tipo decorativo residenziale con sorgente luminosa a Led 10x2 W o equivalenti, posizionati su pali in acciaio zincato e verniciato con colorazione nera o grigio scuro.

I pali avranno altezza fuori terra pari a m 4,00, gli apparecchi saranno muniti di attacchi a testa palo diam. 60 mm. Saranno installati in totale n° 5 punti luce.

La linea di alimentazione verrà derivata dall'impianto di pubblica illuminazione realizzato con il primo stralcio.

Si rimanda all'Allegato II per i calcoli illuminotecnici.

## **F. CARATTERISTICHE GENERALI NUOVI SOTTOSERVIZI**

### **Raccolta acque meteoriche**

In progetto sono previste la fornitura e la posa in opera di una nuova rete di raccolta delle acque meteoriche. Per indicazioni più precise si rimanda agli elaborati di progetto.

### **Fognatura nera**

In progetto sono previste la fornitura e la posa in opera di una nuova rete di fognatura nera. Per indicazioni più precise si rimanda agli elaborati di progetto.

### **Acquedotto**

In progetto è prevista l'estensione della rete di distribuzione dell'acqua pubblica, a partire dalla tubazione realizzata con il primo stralcio di intervento. Il progetto prevede la fornitura e la posa di una tubazione in ghisa di diam. 100mm, posata a circa 1.10 dalla quota stradale in progetto. E' previsto un pozzetto circolari, con diam. 120 cm e chiusino in ghisa carrabili, che si attesta sul termine della linea.

### **Enel**

In progetto sono previste la fornitura e la posa in opera di quanto occorrente per la formazione di cavidotto in terreno senza pavimentazione, con calotta in calcestruzzo RBK 15N/mm<sup>2</sup>, con un tubo in polietilene a doppia parete per cavidotto interrato diametro 160 mm, reinterro con materiale anidro precedentemente estratto, costipazione finale. Sono previsti inoltre pozzetti collocati a distanza intermedia di 40 m, di dimensioni 60x60cm, con chiusino in pvc, che verranno sigillati al completamento delle residenze e relativi allacci alle utenze finali. La profondità del cavidotto dovrà essere a minimo 80 cm dal pavimento finito.

## **Fibra e telefonia**

In progetto sono previste la fornitura e la posa in opera di quanto occorrente per la formazione di cavidotto in terreno senza pavimentazione, con calotta in calcestruzzo RBK 15N/mm<sup>2</sup>, con un tubo in polietilene a doppia parete per cavidotto interrato diametro 125 mm, reinterro con materiale anidro precedentemente estratto, costipazione finale. Compreso lo scavo di profondità pari a 70 cm e larghezza pari a 1 m.

## **Gas**

In progetto non è prevista la realizzazione della rete di distribuzione del gas; è però prevista una somma a disposizione dell'Amministrazione in quadro economico. Gli interventi verranno realizzati direttamente dall'Ente gestore.

## **G. GESTIONE DELLE INTERFERENZE**

I punti di interferenza a cui si dovrà porre particolare attenzione in fase realizzativa sono i diversi allacci su via Lodi.

## **H. DISPONIBILITA' DELLE AREE**

Le aree oggetto dell'intervento sono di proprietà del Comune di Settimo Torinese, pervenuta con Convenzione Notaio Ganelli del 17/12/2013 rep. 28224 racc. 18778.

## **I. ASPETTI GEOLOGICO-TECNICI**

Si allega al presente progetto la relazione geotecnica, redatta secondo il D.M. 11 marzo 1988" a firma del geol. Mauro Mulè, presentata contestualmente al Piano Esecutivo Convenzionato a destinazione residenziale relativo all'ambito di P.R.G.C. denominato Ha47.

Si allega inoltre la relazione geotecnica predisposta per uno degli interventi residenziali dell'area; si ritengono valide le conclusioni riportate per l'idoneità dell'edificazione e si estendono, per contiguità del terreno, alla realizzazione delle nuove opere di urbanizzazione previste.

## **J. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO**

I materiali di scavo sono da intendersi ricadenti nel regime dei rifiuti qualora si tratti di inerti classificati come rifiuti misti oppure di terre e rocce da scavo per le quali non sia previsto il riutilizzo.

In progetto è previsto l'allontanamento del materiale di scavo alle pubbliche discariche.

I costi relativi alla produzione e al trasporto alle discariche autorizzate o in idoneo impianto di recupero, sia dei materiali di scavo stradale o di demolizione che delle terre e rocce da scavo in esubero, sono inclusi nell'importo delle opere posto a base di gara.

Il quadro economico di spesa del progetto prevede invece, nelle somme a disposizione dell'Amministrazione, la copertura economica degli oneri di caratterizzazione analitica e smaltimento

in discarica dei materiali di scavo stradale o di demolizione e delle terre e rocce da scavo non reimpiegabili in cantiere, da conferire negli impianti di recupero e/o di smaltimento.

## **K. CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

Vista la tipologia di intervento i Criteri Ambientali Minimi (CAM) che potrebbero essere di interesse per il presente progetto è il Decreto 11 ottobre 2017 “*Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*”. Mentre vista la tipologia di appalto e le opere previste in progetto non si ritiene di dover tenere in considerazione i Criteri ambientali minimi per l’affidamento del servizio di gestione del verde pubblico – CAM per l’acquisto di Ammenadanti, piante ornamentali, impianti di irrigazione. Il verde presente nel progetto non è un verde attrezzato pubblico, ma si tratta di un parcheggio inerbito ed ombreggiato con filare alberato.

Il Decreto 11 ottobre 2017 contiene i «Criteri ambientali minimi» e alcune indicazioni di carattere generale per gli appalti di nuova costruzione, ristrutturazione, manutenzione, riqualificazione energetica di edifici e per la gestione dei cantieri. Il documento definisce i «*criteri ambientali*», individuati per le diverse fasi di definizione della procedura di gara, che consentono di migliorare il servizio o il lavoro prestato, assicurando prestazioni ambientali al di sopra della media del settore. Tali «*criteri*» corrispondono ove possibile a caratteristiche e prestazioni ambientali superiori a quelle previste dalle leggi nazionali e regionali vigenti. Questo non esclude che esistano Leggi regionali che prescrivono prestazioni ancor meno impattanti di quelle definite dai CAM; in tal caso evidentemente tali leggi prevalgono sui corrispondenti criteri definiti nel decreto. L'utilizzazione dei CAM consente alla stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici, considerati in un’ottica di ciclo di vita. Il legislatore comunitario e nazionale, al fine di promuovere l’uso strategico degli appalti pubblici, ha dato maggior rilievo alle caratteristiche qualitative, anche ambientali, per la determinazione dell’offerta affinché vengano stimolate la concorrenza fondata su elementi qualitativi, sui risparmi negli esercizi futuri, sulla riduzione dei costi degli impatti ambientali, anche indiretti, che si scaricano sulla collettività in termini di esternalità ambientali, ma anche sul tessuto industriale (costi del riciclo). Tali impatti possono essere determinati in relazione alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto/servizio/lavoro oggetto della gara, ovvero dall’estrazione delle materie prime, alla produzione, all’uso/erogazione del servizio, allo smaltimento dei prodotti.

Tra gli aspetti trattati dai CAM, oltre a quelli strettamente legati all’appalto, vi sono indicazioni che devono essere accolte dai progettisti riguardanti le specifiche tecniche di quattro categorie: gruppi di edifici, edificio singolo, componenti edilizi e cantiere.

L’intervento previsto in progetto non interessa né un edificio pubblico né un gruppo di edifici; volendo comunque utilizzare come riferimento le prescrizioni previste nella voce 2.2.8 *Infrastrutturazione primaria* del Decreto 11 ottobre 2017 è emerso che le scelte già operate in fase

di definizione del presente progetto sono state in gran parte effettuate con la progettazione del I Stralcio, risalente all'anno 2014, e di conseguenza non hanno consentito scelte progettuali che portassero al rispetto di tutte le richieste dei CAM come si evidenzia in dettaglio nei paragrafi a seguire:

## 2.2 Specifiche tecniche per gruppi di edifici

### 2.2.2 Sistemazione aree a verde

*Per la sistemazione delle aree verdi devono essere considerate le azioni che facilitano la successiva gestione e manutenzione, affinché possano perdurare gli effetti positivi conseguenti all'adozione dei criteri ambientali adottati in sede progettuale. Deve essere previsto che durante la manutenzione delle opere siano adottate tecniche di manutenzione del patrimonio verde esistente con interventi di controllo (es. sfalcio) precedenti al periodo di fioritura al fine di evitare la diffusione del polline. (...)*

L'intervento prevede la piantumazione di un filare alberato e la semina delle aree a parcheggio definite da prato armato. Sono previsti interventi di controllo e manutenzione cadenzati nel tempo, da parte della pubblica amministrazione.

### 2.2.3 Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli

*Il progetto di nuovi edifici o gli interventi di ristrutturazione urbanistica, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. piani di assetto di parchi e riserve, piani paesistici, piani territoriali provinciali, regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), deve avere le seguenti caratteristiche:*

- non può prevedere nuovi edifici o aumenti di volumi di edifici esistenti in aree protette di qualunque livello e genere.
- deve prevedere una superficie territoriale permeabile non inferiore al 60% della superficie di progetto (es. superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati etc) ;
- deve prevedere una superficie da destinare a verde pari ad almeno il 40% della superficie di progetto non edificata e il 30% della superficie totale del lotto;
- deve garantire, nelle aree a verde pubblico, una copertura arborea di almeno il 40% e arbustiva di almeno il 20% con specie autoctone, privilegiando le specie vegetali che hanno strategie riproduttive prevalentemente entomofile ovvero che producano piccole quantità di polline la cui dispersione è affidata agli insetti;
- deve prevedere l'impiego di materiali drenanti per le superfici urbanizzate pedonali e ciclabili;
- l'obbligo si estende anche alle superfici carrabili in ambito di protezione ambientale; deve prevedere, nella progettazione esecutiva, e di cantiere la realizzazione di uno scotico superficiale di almeno 60 cm delle aree per le quali sono previsti scavi o rilevati. Lo scotico dovrà essere accantonato in cantiere in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche ed essere riutilizzato per le sistemazioni a verde su superfici modificate.

Il progetto prevede un'area a parcheggio inerbito che ha le caratteristiche di una pavimentazione drenante, mentre per le corsie di manovra e di ingresso/uscita all'area a parcheggio è prevista una pavimentazione in asfalto in continuità con il tratto di via Lodi esistente.

### 2.2.6 Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico

*Il progetto di nuovi edifici o gli interventi di ristrutturazione di edifici esistenti, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. piani di assetto di parchi e riserve, piani paesistici, piani territoriali provinciali, regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), deve prevedere la realizzazione di una superficie a verde ad elevata biomassa che garantisca un adeguato assorbimento delle emissioni inquinanti in atmosfera e favorisca una sufficiente evapotraspirazione, al fine di garantire un adeguato microclima. Per le aree di nuova piantumazione devono essere utilizzate specie arboree ed arbustive autoctone che abbiano ridotte esigenze idriche, resistenza alle fitopatologie e privilegiando specie con strategie riproduttive prevalentemente entomofile. Deve essere predisposto un piano di gestione e irrigazione delle aree verdi. (...)*

*Per le superfici esterne pavimentate ad uso pedonale o ciclabile (p. es. percorsi pedonali, marciapiedi, piazze, cortili, piste ciclabili etc) deve essere previsto l'uso di materiali permeabili (p. es. materiali drenanti, superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati etc) ed un indice SRI (Solar Reflectance Index) di almeno 29. Il medesimo obbligo si applica, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. piani di assetto di parchi e riserve, piani paesistici, piani territoriali provinciali, regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.) anche alle strade carrabili e ai parcheggi negli ambiti di protezione ambientale (es. parchi e aree protette) e pertinenziali a bassa intensità di traffico. Per le coperture deve essere privilegiato l'impiego di tetti verdi; in caso di coperture non verdi, i materiali impiegati devono garantire un indice SRI di almeno 29, nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76, per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%.*

*Il progetto prevede la piantumazione di un filare alberato di specie autoctona, che sarà inserito nel piano di manutenzione e gestione del verde dell'amministrazione pubblica. Parte della pavimentazione dell'area è costituita da prato armato, per le aree destinate a parcheggio.*

## **2.2.8 Infrastrutturazione primaria**

### **2.2.8.1 Viabilità**

*Ogni qualvolta si intervenga con la sostituzione di una pavimentazione e non sia praticabile l'impiego di superfici a verde, si devono impiegare pavimentazioni di tipo «freddo», scelte tra prato armato, laterizio, pietra chiara, acciottolato, ghiaia, legno, calcare e optare per gli autobloccanti permeabili.(...)*

*Per le aree destinate a parcheggio si prevede una pavimentazione permeabile in prato armato, mentre per le corsie di manovra ed ingresso/uscita è previsto asfalto in continuità con il tratto di via Lodi esistente.*

### **2.2.8.2 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche viabilità**

*Deve essere prevista la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche. Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento (marciapiedi, aree e strade pedonali o ciclabili, giardini, etc.) devono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo o per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici. Le acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) devono essere preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche. Il progetto deve essere redatto sulla base della normativa di settore UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo*

umano - Progettazione, installazione e manutenzione» e la norma UNI EN 805 «Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici» o norme equivalenti.

La raccolta delle acque meteoriche avviene mediante l'implementazione della rete già realizzata con il I Stralcio di intervento.

### 2.2.8.3 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico

Per l'irrigazione del verde pubblico deve essere previsto un impianto di irrigazione automatico a goccia (con acqua proveniente dalle vasche di raccolta delle acque meteoriche), alimentato da fonti energetiche rinnovabili. Il progetto deve essere redatto sulla base della normativa di settore UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione» o norma equivalente.

Per il filare alberato è prevista la sola irrigazione di soccorso.

## 2.4 Specifiche tecniche dei componenti edilizi

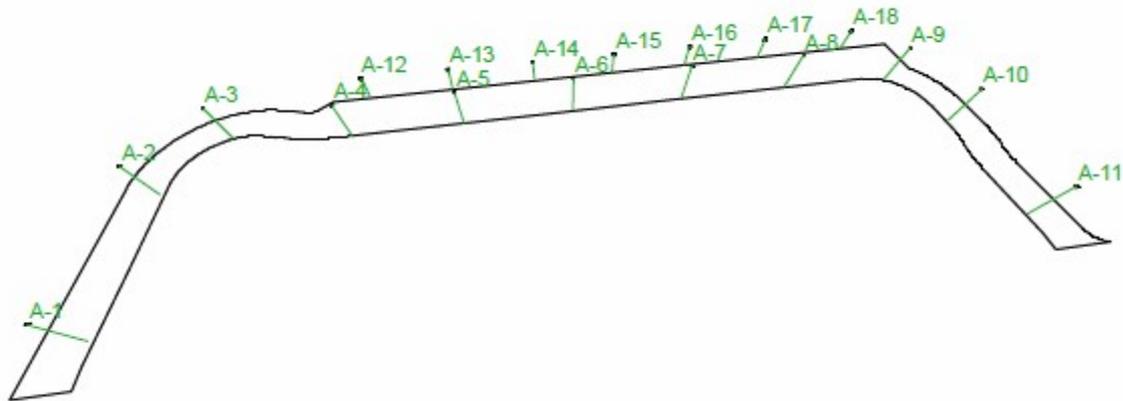
### 2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata

Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali. Per le diverse categorie di materiali e componenti edilizi valgono in sostituzione, qualora specificate, le percentuali contenute nel capitolo 2.4.2. (..)

Preferibilmente i rilevati saranno eseguiti mediante l'impiego di aggregati riciclati, provenienti dalle demolizioni edilizie, prodotti in idonei impianti autorizzati al trattamento di rifiuti speciali non pericolosi, dotati di dichiarazione di prestazione e marcatura CE ai sensi del regolamento UE 350/2011.

# **ALLEGATO I**

## **Relazione illuminotecnica**



### 1.1 Informazioni Area

Superficie	Dimensioni [m]	Angolo°	Colore	Coefficiente Riflessione	Illum.Medio [lux]	Luminanza Media [cd/m²]
Suolo	172.85x80.08	Piano	RGB=205,153,95	40%	17	2.21

Dimensioni del Parallelepipedo Contenente l'Area [m]: 172.85x80.08x0.00  
 Reticolo Punti di Calcolo del Parallelepipedo [m]: direzione X 2.01 - Y 2.00

### 1.2 Calcolo Energetico (Suolo)

Area	2365.60 m2
Illuminamento Medio	17.35 lx
Potenza Specifica	0.38 W/m2
Potenza Specifica Illuminotecnica	2.21 W/(m2 * 100lx)
Efficienza Energetica	45.34 (m2*lx)/W
Potenza Totale Utilizzata	905.00 W

### 1.3 Parametri di Qualità dell'Impianto

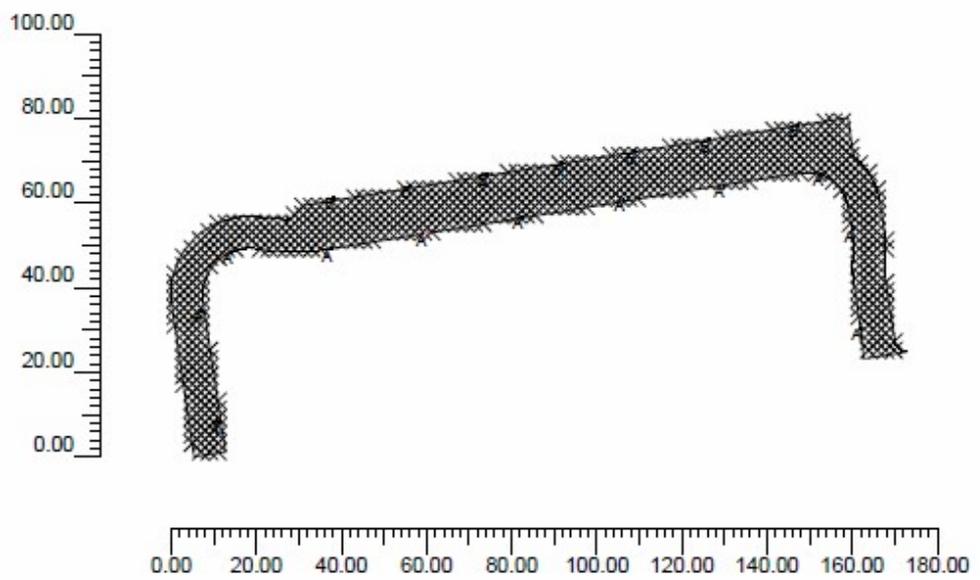
Superficie	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
Piano di Lavoro (h=0.00 m)	Illuminamento Orizzontale (E)	17 lux	5 lux	31 lux	0.26	0.15	0.56
Suolo	Illuminamento Orizzontale (E)	17 lux	5 lux	31 lux	0.26	0.15	0.56

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(7 Interriflessioni)

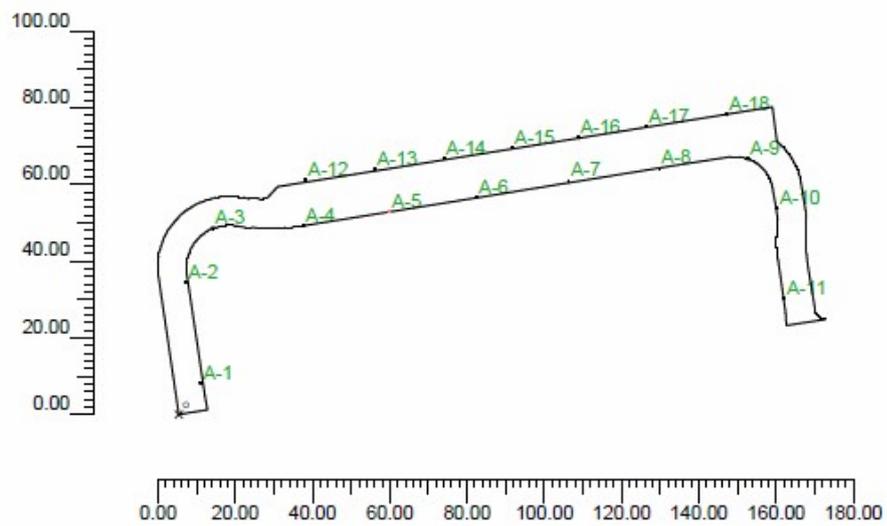
## 2.1 Vista 2D Piano Lavoro e Griglia di Calcolo

Scala 1/2000



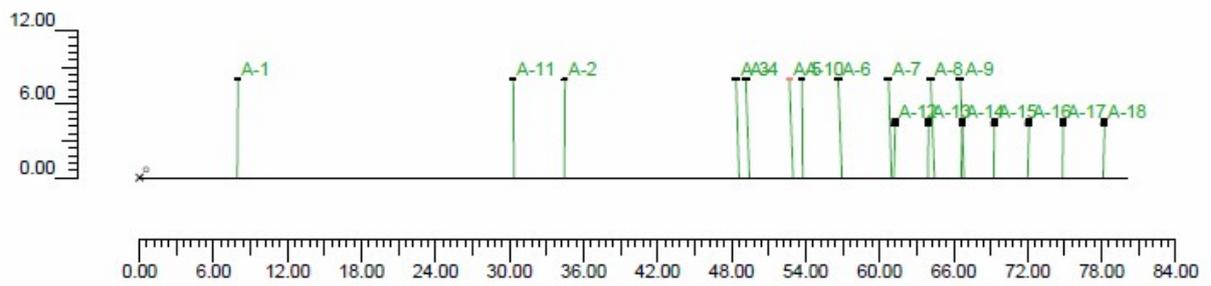
## 2.2 Vista 2D in Pianta

Scala 1/2000



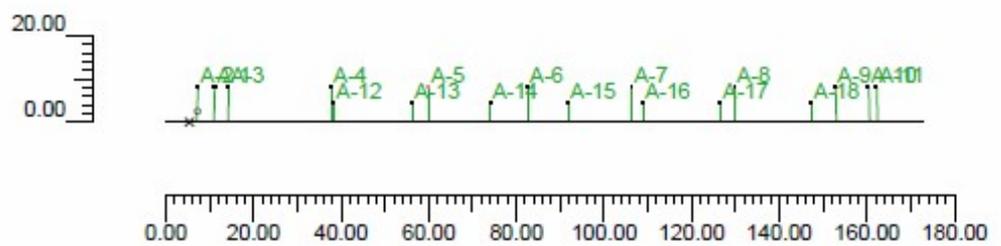
## 2.3 Vista Laterale

Scala 1/600



## 2.4 Vista Frontale

Scala 1/2000



### 3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Linea	Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice rilievo)	Apparecchi n.	Rif.Lamp.	Lampade n.
A	KAI SMALL LT-M 4000K	KAI Small 28led LT-M 700mA 4K (LT-M)	01K11C8008AHM3_700mA (GLD0902)	11	LMP-A	1
B	KALOS TP 4000K	KALOS TP 2CH 10LED STR LT-M 4K (KALOS TP STR LT-M)	01KA4B0008CHM3 (GLD0893)	7	LMP-B	1

### 3.2 Informazioni Lampade

Rif.Lamp.	Tipo	Codice	Flusso lm	Potenza W	Colore K	n.
LMP-A	LED	28 led 67W 700mA 4K	6450	67	4000	11
LMP-B	LED	10 LED 4000K TP STR	1985	24	4000	7

### 3.3 Tabella Riepilogativa Apparecchi

Rif.	App.	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Codice Apparecchio	Coeff. Mant.	Codice Lampada	Flusso lm
A	1	X	5.82;7.98;8.00	2.0;0.0;98.0	01K11C8008AHM3_700mA	0.80	28 led 67W 700mA 4K	1*6450
	2	X	1.94;34.50;8.00	2.0;0.0;98.0				
	3	X	8.91;48.37;8.00	2.0;0.0;24.7				
	4	X	32.39;49.15;8.00	2.0;0.0;8.9				
	5	X	54.56;52.70;8.00	2.0;0.0;6.9				
	6	X	77.21;56.65;8.00	2.0;0.0;8.4				
	7	X	101.00;60.71;8.00	2.0;0.0;6.7				
	8	X	124.41;64.15;8.00	2.0;0.0;7.6				
	9	X	147.42;66.56;8.00	2.0;0.0;-22.2				
	10	X	154.90;53.69;8.00	2.0;0.0;-80.2				
	11	X	156.72;30.30;8.00	2.0;0.0;-80.2				
B	1	X	32.96;61.24;4.50	1.0;0.0;-172.3	01KA4B0008CHM3	0.80	10 LED 4000K TP STR	1*1985
	2	X	50.73;63.97;4.50	1.0;0.0;-172.3				
	3	X	68.63;66.70;4.50	1.0;0.0;-172.3				
	4	X	86.33;69.30;4.50	1.0;0.0;-172.3				
	5	X	103.45;72.09;4.50	1.0;0.0;-172.3				
	6	X	121.11;74.87;4.50	1.0;0.0;-172.3				
	7	X	141.93;78.21;4.50	1.0;0.0;-172.3				

### 3.4 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Fila	Colonna	Rif. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse °	Coeff. Mant.	Rif.
			A-1	X	5.82;7.98;8.00	2.0;0.0;98.0	5.54;7.94;0.00	-90	0.80	A
			A-2	X	1.94;34.50;8.00	2.0;0.0;98.0	1.66;34.46;0.00	-90	0.80	A
			A-3	X	8.91;48.37;8.00	2.0;0.0;24.7	8.79;48.62;0.00	-90	0.80	A
			A-4	X	32.39;49.15;8.00	2.0;0.0;8.9	32.35;49.43;0.00	-90	0.80	A
			A-5	X	54.56;52.70;8.00	2.0;0.0;6.9	54.53;52.98;0.00	-90	0.80	A
			A-6	X	77.21;56.65;8.00	2.0;0.0;8.4	77.17;56.93;0.00	-90	0.80	A
			A-7	X	101.00;60.71;8.00	2.0;0.0;6.7	100.97;60.99;0.00	-90	0.80	A
			A-8	X	124.41;64.15;8.00	2.0;0.0;7.6	124.37;64.43;0.00	-90	0.80	A
			A-9	X	147.42;66.56;8.00	2.0;0.0;-22.2	147.53;66.82;0.00	-90	0.80	A
			A-10	X	154.90;53.69;8.00	2.0;0.0;-80.2	155.18;53.74;0.00	-90	0.80	A
			A-11	X	156.72;30.30;8.00	2.0;0.0;-80.2	157.00;30.35;0.00	-90	0.80	A
			A-12	X	32.96;61.24;4.50	1.0;0.0;-172.3	32.97;61.16;0.00	-90	0.80	B
			A-13	X	50.73;63.97;4.50	1.0;0.0;-172.3	50.74;63.89;0.00	-90	0.80	B
			A-14	X	68.63;66.70;4.50	1.0;0.0;-172.3	68.64;66.62;0.00	-90	0.80	B

Struttura	Fila	Colonna	Rif. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse °	Coeff. Mant.	Rif.
			A-15	X	86.33;69.30;4.50	1.0;0.0;-172.3	86.34;69.22;0.00	-90	0.80	B
			A-16	X	103.45;72.09;4.50	1.0;0.0;-172.3	103.46;72.01;0.00	-90	0.80	B
			A-17	X	121.11;74.87;4.50	1.0;0.0;-172.3	121.12;74.80;0.00	-90	0.80	B
			A-18	X	141.93;78.21;4.50	1.0;0.0;-172.3	141.94;78.13;0.00	-90	0.80	B

#### 4.1 Valori di Illuminamento Orizzontale sul Piano di Lavoro

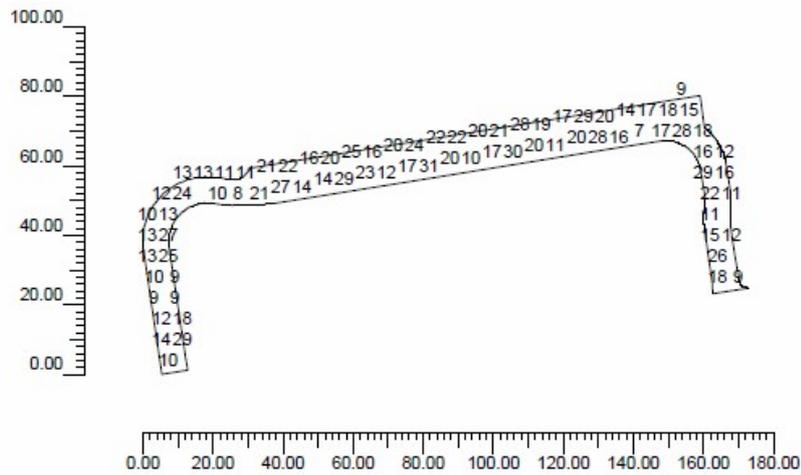
O (x:-5.40 y:0.00 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.01 DY:2.00	Illuminamento Orizzontale (E)	17 lux	5 lux	31 lux	0.26	0.15	0.56

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(7 Interriflessioni)

Scala 1/2000

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



## 4.2 Valori di Illuminamento su: Piano di Lavoro

O (x:-5.40 y:0.00 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.01 DY:2.00	Illuminamento Orizzontale (E)	17 lux	5 lux	31 lux	0.26	0.15	0.56

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(7 Interriflessioni)

Scala 1/2000

CV= 0.309

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



## **ALLEGATO II**

**“Relazione geologica** - Redatta secondo il D.M. 11 marzo 1988” a firma del geol. Mauro Mulé

**“Relazione geotecnica** - Redatta secondo il D.M. 11 marzo 1988” a firma dell'ing. Ermanno Tonda.

**Regione Piemonte**

**Provincia di Torino**

**- Comune di Settimo Torinese -**

## **Relazione Geologica**

**D.M. 11/03/88      NTC D.M. 14/01/08**

**OPCM 3274 20/03/03**

**PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO  
Ha47  
Realizzazione di edifici residenziali uni-bi e  
plurifamigliari  
Via Lodi - Via Milano**

**Orchidea Immobiliare S.r.L.**

Via Margherita 157 – AMANTEA (CS)  
P.I. 03043740780

**Relatore: dott. Mauro Mulè, Geologo**

Via Pietro Cossa 18, 10146 Torino  
tel./ fax 011712929  
tel. cellulare 335 6795594  
e-mail [mule.mauro@virgilio.it](mailto:mule.mauro@virgilio.it)

**C.F. MLUMRA63T05L219S  
P.I. 06516620017**

## Premessa

La presente **relazione geologica** è redatta ai sensi del **D.M. 11/03/88**, ai sensi delle **Nuove Norme Tecniche per la Costruzione**, approvate con il DM 14.09.2005, di cui al **D.M. 14.01.2008** ed ai sensi delle norme del PRGC Variante n°24.

Essa fa seguito ad un'indagine di superficie e di profondità volta a riscontrare l'idoneità di un intervento per la realizzazione di un **Piano Esecutivo Convenzionato a destinazione residenziale** sito in Via Lodi angolo Via Milano, comune di Settimo Torinese, area di PRGC **Ha47**, su incarico di Orchidea Immobiliare S.r.l. e su progetto dello Studio Tecnico Arch. Crupi.

Il sito, posto al margine orientale del concentrico capoluogo, risulta ubicato in un'area residenziale individuabile nella cartografia I.G.M. in scala 1:25.000 tavoletta II N.O. "Settimo Torinese" del Foglio n°56 "Torino" e della cartografia specifica della Regione Piemonte (CTR 156060) alla scala 1:10.000 e della Provincia di Torino alla scala 1:5.000.

L'intervento consiste nella costruzione di fabbricati a 2/3 piani f.t. ed un piano interrato, ed è identificato nell'allegata planimetria e nel Foglio 23 Particelle 291-404-405 del Catasto dei Terreni di Settimo Torinese.

La **caratterizzazione litologica e geotecnica** dei terreni è stata ottenuta dall'analisi di n°2 pozzetti geognostici con pala meccanica e da n°6 penetrometrie dinamiche SCPT a mazza battente di 30 Kg con infissione di aste a punta conica standardizzata, al fine di evidenziare le principali caratteristiche geomeccaniche del terreno atto ad accogliere l'opera ed a sostenere le opere di fondazione ai fabbricati in progetto, in modo da fornire utili indicazioni preliminari al progettista per il dimensionamento delle stesse in fase esecutiva.

La Variante Strutturale n°24 al PRGC, "Carta di Sintesi della Pericolosità Geologica e dell'utilizzazione urbanistica", conferma l'appartenenza dell'area alla **Classe II 1 a pericolosità geologica moderata**.

Il territorio comunale di Settimo Torinese era non classificato dal decreto n°82 del 04.02.1982 del Ministero dei Lavori Pubblici, ed è stato inserito in **zona sismica 4 a bassa sismicità**, ai sensi dell'**Ordinanza 3274 del P.C.M. del 20.03.2003**.

Nella presente relazione sono stati presi in esame i seguenti aspetti geologici e geotecnici:

- caratterizzazione geologica e stratigrafica dell'area;
- caratterizzazione idrogeologica;
- caratterizzazione sismica;
- caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni.

## Caratterizzazione geologica, geomorfologica e stratigrafica.

La pianura torinese che si estende tra il margine alpino della Valle di Lanzo e della Val di Susa ad W e la collina di Torino ad E, è costituita, dal punto di vista **geomorfologico**, da due ampi conoidi fluvio-glaciali e fluviali della Dora Riparia e della Stura di Lanzo.

Trattasi di conoidi "telescopiche" formate dalla sovrapposizione ad incastro di apparati di età diversa, che si riconoscono per una serie di terrazzi sub-pianeggianti situati a quote altimetriche differenti, con i più recenti corrispondenti agli alvei post-glaciali (nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 riconoscibili come formazioni delle Alluvioni Attuali / Medio-Recenti / Antiche) incassati di parecchi metri all'interno dei più antichi (nella vecchia nomenclatura della C.G.I. riconoscibili come formazioni del Fluviale / Fluvio-glaciale Mindel / Riss). E' possibile così riscontrare due settori distinti morfologicamente: il settore nord-occidentale e centrale, corrispondente al 'livello di base della pianura', superficie di conoide distale stabile, e il settore sud-orientale, costituito da superfici alluvionali progressivamente digradanti e separate fra loro da scarpate, incise nel 'livello di base della pianura' fino all'alveo ordinario del Po.

I dati del sottosuolo in genere mostrano come i depositi detritici del quaternario, fluviale e/o fluvioglaciale, nel settore centrale e orientale, poggiano direttamente, con un contatto di tipo erosionale secondo una superficie inclinata verso NW, sul substrato terziario, costituito da sabbie plioceniche o da marne e siltiti marnose plioceniche e/o mioceniche, affioranti sulla collina al di là del Po. Nel settore nord occidentale tali depositi si sovrappongono sempre in contatto erosionale a sedimenti sabbioso – argillosi di facies fluvio-lacustre del pleistocene inferiore ('Villafranchiano' auct.).

Il 'livello di base della pianura', su cui s'impone l'**area in esame**, si sviluppa sulla superficie di conoide distale, pianeggiante, con leggera pendenza in direzione SE, con blande ondulazioni e scarse forme di modellamento riconoscibili sul terreno, salvo quelle sul margine sud-orientale in corrispondenza della scarpata di erosione. Questo terrazzo costituisce una superficie morfologica posta ad un livello sufficientemente elevato rispetto al drenaggio attuale del Fiume Po, collocandola all'esterno della Fascia C della cartografia relativa al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Tale superficie è caratterizzata dalla presenza di una rete di canalizzazioni, derivate da locali emergenze della falda superficiale e dal Fiume Stura di Lanzo, e mostra un profilo trasversale che conserva l'originaria espressione morfologica a quote comprese tra 220 m s.l.m. (loc. Fornacino) e 201 m s.l.m. (orlo di scarpata al limite S del concentrico, presso il cimitero).

Il lotto edificabile dove è inserito il **PEC Ha47** è posto a monte della scarpata di terrazzo che congiunge il 'livello di base della pianura' alla quota altimetrica media di 200 ÷ 201 m s.l.m., mentre il livello della piana in rapporto diretto con l'alveo del Po è inferiore (194 ÷ 195 area golenale). Il sito infatti è delimitato verso SE da una scarpata di terrazzo, visibile nell'allegato fotografico, alta circa 4 m e attraversata dalla strada che conduce al cimitero.

Non si rilevano interazioni particolari con l'**idrografia secondaria**, né si hanno notizie di eventi passati che abbiano influito in maniera significativa con l'area in esame. Aree coinvolte da deflussi superficiali (EmA ad intensità medio/moderata – Tav. 3 PRGC var. 24) sono poste in corrispondenza del rio San Gallo su terreni posti a SW di via Lodi.

Secondo l'allegato specifico del PRG, marzo 2003 var. 13, Carta di Sintesi della Pericolosità Geologica, l'area ricade in classe I a pericolosità geologica nulla. La **Variante Strutturale n°24** al PRGC, "Carta di Sintesi della Pericolosità Geologica e dell'utilizzazione urbanistica", attribuisce invece l'area alla **classe II1 a pericolosità geologica moderata**.

Di seguito si riportano le caratteristiche della classe di rischio.

**Sottoclasse II1 - costituiscono elementi di attenzione:**

- *la presenza di un reticolo idrografico naturale ed artificiale fitto e articolato, soggetto a diffusi condizionamenti conseguenti all'edificazione ed alle infrastrutture viarie;*
- *le possibili alterazioni del substrato originario per interventi di rimaneggiamento o trasformazione;*
- *i condizionamenti del quadro piezometrico della falda idrica superficiale per attivo emungimento o ricarica legata alle pratiche agricole irrigue.*

*In generale la classe II1 è estesa ad ambiti in cui la profondità della falda idrica, tenuto conto di una massima oscillazione positiva pari a 1,5 m, non è inferiore a 4 m dal piano di campagna. In tali ambiti ogni nuova realizzazione deve essere preceduta da un'indagine geologico-tecnica indirizzata all'accertamento del quadro locale del dissesto, alla valutazione degli aspetti legati alla presenza della falda idrica ed a quelli del drenaggio di superficie, alla caratterizzazione geotecnica dei materiali del substrato.*

Dal punto di vista **geolitologico** i terreni presenti in situ appartengono alla formazione del 'Fluviale Riss' (pleistocene medio), secondo quanto riporta il Foglio n°56 "Torino" della C.G.I., e sono rappresentati da depositi alluvionali costituiti in massima parte da ghiaie eterometriche sabbiose debolmente limose con abbondanti ciottoli. Secondo la cartografia del Progetto CARG, Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000, Foglio "Torino Est", trattasi di depositi fluviali del pleistocene superiore, appartenenti alle unità completamente formate del bacino della Stura di Lanzo, sospesi di una decina di metri sull'alveo attuale, in particolare al **Subsistema di Venaria**

**Reale (RGM<sub>1b</sub>)** con ghiaie alterate a pezzatura relativamente omogenea, scarsa matrice sabbiosa grossolana, clasti prevalentemente costituiti da serpentiniti, ultrabasiti e gneiss, e coperte da una coltre di spessore metrico di silts sabbiosi.

Gli studi di variante n°13 del PRGC identificano i depositi quaternari del 'livello di base della pianura' come *Complesso A*, costituito da depositi alluvionali e/o fluvioglaciali della parte medio-alta del Pleistocene medio. Tali depositi sono rappresentati prevalentemente da ghiaie eterometriche e ciottoli a matrice sabbiosa, più o meno limosa di colore bruno-rossastro in superficie, in cui possono essere intercalate lenti di spessore metrico di sabbie e sabbie limose. La potenza media del *Complesso A*, la cui cava di prestito si ritrova prevalentemente nel bacino della Stura di Lanzo, è di circa 12 ÷ 20 m.

Nella fascia che costeggia il bordo collinare e l'alveo attuale del Po, il *Complesso A* e, prevalentemente il *Complesso B*, alluvionale più recente, poggiano direttamente sui sedimenti marini terziari in facies siltosa-argillosa (pliocenici e/o miocenici), i quali tendono ad immergersi lungo il fianco di un'anticlinale sepolta, ad asse NE – SW, ai quali si sostituiscono, in una fascia più esterna rispetto al Po (più o meno a cavallo per 1.5 km dell'autostrada TO-MI), sedimenti marini terziari pliocenici, più recenti. Una terza fascia più esterna vede la sovrapposizione del *Complesso A* su sedimenti sabbioso-argillosi e sabbioso-ghiaiosi di facies fluvio-lacustre del pleistocene inferiore ('Villafranchiano' auct.).

Nel caso specifico **l'area in esame** si colloca sul corpo deposizionale del conoide fluvioglaciale rissiano, depositi quaternari alluvionali e/o fluvioglaciali del 'livello di base della pianura' (*Complesso A*), immediatamente a monte del bordo di terrazzo che conduce alle più recenti e ribassate alluvioni antiche e medio-recenti del fiume Po, al piede della scarpata che nel concentrico delinea il suo orlo lungo il primo tratto di Via Torino ad W, e lungo Via Milano e Via Rio S. Gallo verso E.

Le sequenze deposizionali rappresentative sono caratterizzate da materiali ghiaioso-sabbiosi, con scarsa frazione fine, solitamente ben addensati ma con la presenza di lenti e livelli poco potenti di sabbie limose e/o argillose. Le stratigrafie disponibili maggiormente prossime al sito d'indagine (sondaggio 102596 stabilimenti Farmaceutici NW, pozzo TO-P-05486 Cascina Rattera e pozzo Hotel Royal a E), confermano la **probabile successione stratigrafica del volume geologico** interessato con:

da 0.0 a 1 m	- limo sabbioso argilloso bruno	'Complesso A'
da 1 a 12/15 m	- ghiaia e sabbia con ciottoli debolmente limosa	Alluvionale olocenico
da 12/15 m a 15/18 m	- possibile alternanze di sabbia e argilla	Plio-Pleistocene fluvio-lacustre "villafranchiano"
da 15/18 m a 40/50 m	- sabbia arenacea	'Villafranchiano' o Pliocene marino

Al fine di acquisire conoscenze stratigrafiche di dettaglio, in situ sono stati realizzati n.2 **pozzetti geognostici** spinti fino a 4.2/4.3 m dal piano campagna attuale.

L'assetto stratigrafico desunto dall'esame dei terreni analizzati è risultato il seguente:

- il piano campagna attuale è caratterizzato da uno strato di terreno vegetale, localmente rimaneggiato, su limo argilloso sabbioso bruno, di origine eolica, pedogenizzato non consolidato, spesso circa 1 m;
- al di sotto affiorano ghiaie con sabbie da sciolte a mediamente addensate, privi di coesione apparente con frazione fine scarsa, di colore bruno passante a grigio-brunastro con ciottoli ellissoidali sub-arrotondati gneissici e di pietre verdi (diam. medio 4 – 6 cm), a stratificazione sub-orizzontale localmente accennata;
- sono presenti lenti o tasche di sabbia media grigia sciolta e strati di sabbia ghiaiosa.

### Caratterizzazione idrogeologica

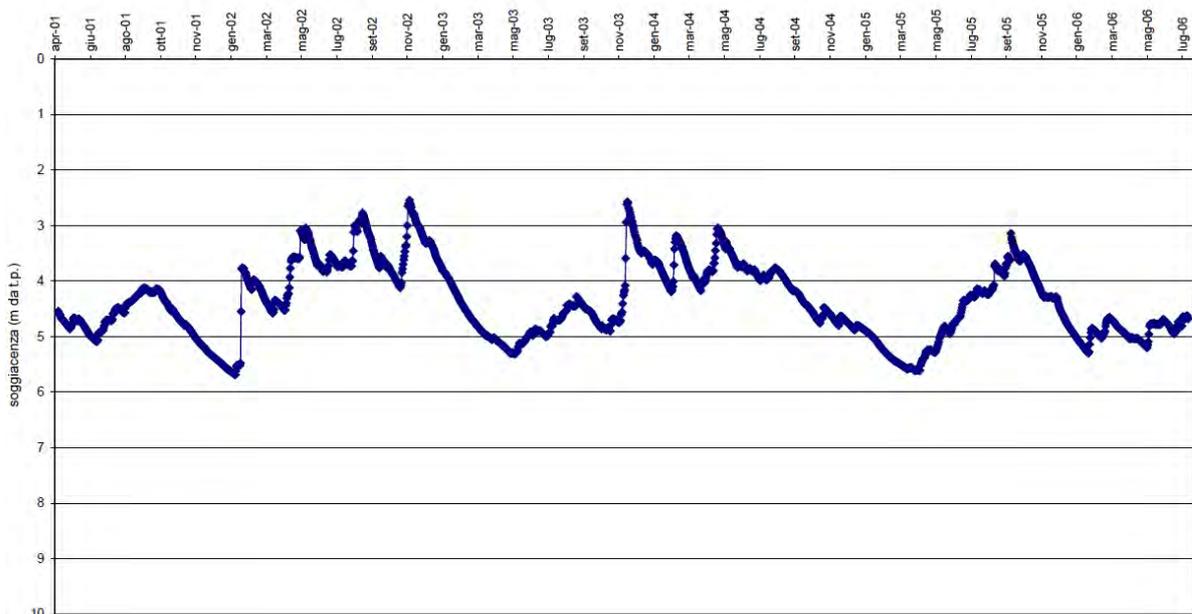
L'**assetto idrogeologico** dell'area è caratterizzato nella fascia che costeggia il bordo collinare e l'alveo attuale del Po, da un acquifero indistinto contenente la falda freatica, con acquiclude rappresentato dal substrato marnoso terziario. Nella seconda fascia esterna rispetto al Po, si ha la presenza di una falda freatica e di almeno un'altra falda, localmente confinata, appartenente all'acquifero del pliocene sabbioso marino. Nella terza fascia, più esterna, che vede la sovrapposizione del *Complesso A* su sedimenti sabbioso-argillosi e sabbioso-ghiaiosi di facies fluvio-lacustre, e dove il substrato terziario marino è posto a notevole profondità, esiste un acquifero multifalda, con falda freatica in genere superficiale e falde confinate e semi-confinite a cui attingono i pozzi idropotabili dell'ASM.

L'analisi della superficie piezometrica della falda freatica a livello regionale, secondo i dati a disposizione, evidenzia una direzione generale di deflusso WNW-ESE, con bacino di alimentazione a monte dell'apice del conoide della Stura di Lanzo, nonché lungo tutta la superficie dello stesso, e effetto drenante lungo l'asse dell'alveo del Po.

La soggiacenza presenta notevoli variazioni all'interno del territorio di Settimo Torinese, con valori che vanno da 1 m a 8 ÷ 10 m. La zona a monte del terrazzo rissiano presenta falde superficiali a soggiacenza limitata soprattutto nel settore nord-occidentale, dove nella Carta Idrogeologica di PRGC è stato evidenziato un settore a limiti indistinti, con soggiacenza minore di 3 m che sembra corrispondere all'antico bacino fluvio-lacustre che ospita, al di sotto del *Complesso A*, i depositi del 'villafranchiano', il cui limite si pone a N – NW del concentrico, ma che a causa della scarsità di dati a disposizione non è perfettamente definibile.

L'area compresa fra il ciglio di scarpata del terrazzo rissiano ed il settore a cavallo della ferrovia TO-MI, che include l'area in esame, sembra essere caratterizzata da una soggiacenza maggiore (dati in sito ex-Paramatti 8 m, Via Oberdan ang. Via Di Vittorio 7 m, canale Mulino < -9 m). I valori medi di escursione interannuale si attestano intorno a +/- 1.5 m, con massima soggiacenza verso marzo e minima nel trimestre estivo, periodo invece in cui s'incrementa la falda sospesa a NW del territorio comunale, nel triangolo Settimo – Leinì – Volpiano, a causa dell'intensa irrigazione estiva.

Di seguito si riportano i valori relativi di soggiacenza della falda rilevate in un piezometro della Provincia di Torino ubicato a NW dell'area in esame (C.na Spada):



All'interno dei **pozzetti geognostici** spinti fino a 4.3 m dal piano campagna attuale e nella penetrometria spinta fino a 5.1 m (scpt 7 in preforo S1) **non è stata rilevata la presenza di falda** (marzo 2013).

I dati piezometrici a disposizione nella zona (Studio idrogeologico sulla prima falda - Studio Genovese e Associati – stralcio in allegato) mostrano come la ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica suggerisca una **soggiacenza minima** compresa fra 5.5 – 7.0 m dal piano campagna.

Secondo un dato incluso negli studi di PRGC var.13 – Carta delle Caratteristiche Idrogeologiche e Stratigrafiche del primo sottosuolo (dott. Innocenti) una misura puntuale della soggiacenza a lato del cimitero (settembre 2000) indica un minimo di 4 m dal piano campagna.

Sembra essere comunque garantito il franco minimo di 1m rispetto ad un piano interrato contemplato negli edifici in progetto.

Il coefficiente di **permeabilità** del materasso alluvionale, secondo un dato relativo ad una prova di pompaggio eseguita in un pozzo non distante dal sito (pozzo TO-P-05486 Cascina Rattera), evidenzia un k medio dell'acquifero saturo dell'ordine di  $4.5 \times 10^{-3}$  m/s, valore tipico di sabbie costituenti la matrice del deposito alluvionale ghiaioso, anche se può subire limitazioni in funzione dell'argillificazione presente in strati maggiormente alterati.

### Classificazione sismica del sottosuolo

Le procedure di calcolo e le tecniche esecutive inerenti l'ambito edilizio sono stati recentemente regolati dallo Stato Italiano mediante l'emanazione delle "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicate con Decreto Ministeriale del 14-09-2005 ed entrate ufficialmente in vigore il 23-10-2005. Per quanto attiene gli aspetti riguardanti le costruzioni in zone sismiche si fa riferimento alla OPCM 3274 del 20-03-2003, successivamente modificata in varie occasioni sino alla versione definitiva dell'Ordinanza 3431 del 03-05-2005. Allo stato attuale è in vigore l'applicazione dell'Ordinanza e per l'individuazione delle zone sismiche del territorio italiano si deve fare riferimento alla nuova classificazione, contenuta nella suddetta Ordinanza.

Nell'ambito della suddivisione in zone sismiche del territorio nazionale il comune di Settimo Torinese è inserito in **classe 4 a bassa sismicità**, contrassegnata da un'accelerazione orizzontale massima (frazione dell'accelerazione di gravità con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) su suolo di categoria A ( $a_g$ ) pari a 0.050 g. Ciò significa che l'accelerazione orizzontale massima prevista al suolo è pari al 5% della accelerazione di gravità.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [ $a_g/g$ ]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ]
1	> 0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Tabella 1 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco orizzontale su suolo

La mappa interattiva di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia propone un range per il sito in esame compreso fra 0.025 g e 0.050 g (vedi allegato).

Nella valutazione della **Magnitudo attesa**, per i siti che, come nel caso di Settimo Torinese, non ricadono in zone sismogenetiche, occorre valutare le distanze minime (R) dalle zone più vicine. La stima è fatta sulla scorta della coppia M-R basato sui dati di **disaggregazione della pericolosità sismica** dallo studio dell'INGV, assumendo la coppia M-R che fornisce il maggior contributo alla pericolosità sismica. La disaggregazione dei valori di accelerazione orizzontale su suolo rigido è riferita ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ( $Tr = 475$  anni) ed è applicabile senza modifiche per le opere in classe II secondo le NTC 2008. Nel caso di Settimo Torinese (vedi allegato) il contributo maggiore è dato dalla coppia M-R

con  $M = 4.5 - 5$  e  $R = 40 - 50$  km, per cui si può assumere **Magnitudo 5.01** come valore medio di contributo alla pericolosità. Si ricorda che nella stima della coppia M-R occorre tener conto della stima spettrale del fabbricato. Pertanto, il dimensionamento dei manufatti in quest'area dovrà tener conto dell'incremento sismico di sollecitazione previsto dalle vigenti Norme Tecniche.

La *risposta sismica locale* del sito può dar luogo ad importanti amplificazioni o attenuazioni del moto sismico sia in termini di ampiezza che di contenuto in frequenza. Ciò è essenzialmente dovuto alla differente natura dei terreni che il sisma attraversa una volta giunto in prossimità della superficie terrestre. Terreni recenti poco addensati e dall'elevato contenuto argilloso tenderanno ad amplificare il moto sismico e ad avere notevoli deformazioni permanenti. Viceversa per terreni maggiormente addensati o rocciosi l'amplificazione del sisma sarà minore e si verificherà in corrispondenza delle alte frequenze; inoltre la risposta deformativa sarà notevolmente inferiore e solo in minima parte permanente.

La normativa sismica attuale italiana definisce "categorie di suolo di fondazione" qui esposte (EC8-1; OPCM 3274/2003; OPCM 3431/2005).

Suolo	Descrizione geotecnica	$V_{s30}$ (m/s)
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).	360+800
<b>C</b>	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	180+360
<b>D</b>	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT,30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).	<180
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).	-
<b>S1</b>	Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100
<b>S2</b>	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	-

Classificazione del tipo di suolo secondo la nuova normativa sismica italiana O.P.C.M. n. 3431/2005 (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni).

La classificazione del sottosuolo secondo le categorie previste, finalizzata alla definizione dell'azione sismica di progetto, è stata effettuata in sede preliminare impiegando la resistenza penetrometrica dinamica e la granulometria indicativa del deposito desunta dal sondaggio in situ e da altri realizzati nelle vicinanze del sito in esame.<sup>1</sup>

In assenza di analisi sismiche mirate o di indagini geognostiche corredate da prove SPT in foro significative, in base ai dati a disposizione, è possibile cercare di caratterizzare il tipo di suolo secondo la nuova normativa sismica italiana. L'applicazione dei diversi parametri geotecnici noti nell'area consente di attribuire al sottosuolo dell'area d'intervento la probabile categoria tipo **B** ( $V_{s30}$  compresi tra 360 e 800 m/s, con  $N_{spt} > 50$ ), valida per terreni di spessore superiore a 30 m posti sul substrato di riferimento caratterizzato da  $V_{s30} > 800$  m/s.

<sup>1</sup> Per ottenere valori più precisi della velocità delle onde superficiali  $V_{s30}$  e della relativa amplificazione sismica locale, occorre realizzare un'indagine sismica mirata (tipo SASW, MASW o simili).

Cautelativamente al sottosuolo si può attribuire la **categoria C** ( $V_{S30}$  compresi tra 180 e 360 m/s, con  $15 < N_{spt} < 50$ ).

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (**NTC** DM 14.01.2008 – circ. n°617 02.02.2009 C.S.LL.PP.) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** nelle **NTC**). La *pericolosità sismica* in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le **NTC** e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima **ag** e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle **NTC**, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle **NTC**, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Allo stato attuale, la *pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento* è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>, da cui attinge il programma Geostru Software, utilizzato nella presente ricerca. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle **NTC**, dalle accelerazioni **ag** e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle **NTC** sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- **ag** accelerazione orizzontale massima del terreno;
- **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **Tc\*** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del *reticolo di riferimento* e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla *pericolosità sismica*, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50<sup>esimo</sup> percentile ed attribuendo a **ag** il valore previsto dalla *pericolosità sismica*, **Fo** e **Tc\*** i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle **NTC** scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla *pericolosità sismica* (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle **NTC** sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento VR P associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di *pericolosità sismica* disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

I valori dei parametri **ag**, **Fo** e **Tc\*** relativi alla *pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento* sono forniti nelle tabelle dei fogli di calcolo del programma. Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del *reticolo di riferimento*, i valori dei parametri (**ag**, **Fo** e **Tc\***) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono

essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame.

In questo caso, considerato che l'area in esame è posta in Zona 4 della **D.G.R. n°11-13058**, con **categoria topografica T1<sup>2</sup>** e **sottosuolo di categoria C**, i parametri da introdurre nei calcoli - considerando lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) - sono i seguenti:

**ag** = accel. orizz. max attesa su sito di riferimento rigido = 0.047 g;

**Fo** = 2.729;

**Tc\*** = 0.274 sec.;

**$\beta_s$**  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0,200;

**Kh** = coefficiente per le azioni sismiche orizzontali = 0,014

**Kv** = coefficiente per le azioni sismiche verticali = 0,007

**Ss** = amplificazione stratigrafica = 1,50

**St** = amplificazione topografica = 1,00

La relazione di **massima amplificazione sismica locale** (accelerazione orizzontale massima attesa al sito) è:  $a_{max} = Ss \cdot St \cdot ag = 1.50 \cdot 1.0 \cdot 0.047g = 0,693 \text{ m/sec}^2$  (~ **0,7 m/sec<sup>2</sup>**).

### Caratterizzazione geotecnica

I terreni quaternari che costituiscono il corpo principale del terrazzo fluviale e che sono interessati dall'intervento hanno in genere buone caratteristiche geotecniche e geomeccaniche. Trattasi di litotipi prevalentemente rappresentati da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati, immersi in una matrice sabbiosa o sabbioso-limosa, a struttura *clast-supported*.

La granulometria è localmente disomogenea con stratificazione sub-orizzontale appena accennata e con presenza di tasche a maggior percentuale limoso-sabbiosa, di livelli ghiaiosi a struttura tipo *clast supported* e di locali lenti irregolari di limo grigio verdastro pseudocoesivo *matrix supported*, il tutto poggiante su un substrato con strati ghiaioso - sabbiosi inglobanti ciottoli arrotondati ellissoidali di medie dimensioni arrotondati, a struttura tipo *clast supported*.

La **caratterizzazione geotecnica generale** dei terreni interessati dalle opere in progetto è stata ottenuta dall'analisi delle stratigrafie ottenute durante indagini geognostiche nelle aree limitrofe. In situ sono stati inoltre realizzati **n.2 pozzetti esplorativi** con pala meccanica spinti fino a 4.2/4.3 m.

Per quanto desumibile dalle stratigrafie, i litotipi presenti hanno caratteristiche omogenee poiché i depositi alluvionali, costituiti da litotipi ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-ghiaioso, sono di natura incoerente, con caratteristiche d'addensamento medie e sono arealmente ben distribuiti ed omogenei, benché possano esistere livelli e strati sciolti prevalentemente sabbiosi.

La definizione diretta dei parametri geotecnici rappresentativi del sottosuolo dell'area è possibile per tutti i livelli sulla base delle indagini in situ nonché sulla base di dati di archivio o di letteratura: i terreni sono da considerarsi Normal Consolidati (OCR pari a 1),.

I terreni di natura prevalentemente sabbioso-ghiaiosa sono generalmente compresi nella classe SW e GW del sistema classificativi U.S.C.S. dei suoli e delle terre a grana grossa.

La granulometria dei sedimenti alluvionali della stratigrafia è prevalentemente ghiaiosa, con più o meno sabbia e ciottoli, anche di dimensioni decimetriche, che conferiscono a tali litologie un comportamento rigido ed impediscono in tali frazioni il prelievo di campioni indisturbati da inviare in laboratorio per una determinazione diretta dei parametri geotecnici: la loro parametrizzazione è quindi più aderente alla realtà utilizzando prove indirette, quali la prova SPT (Standard Penetration Test - in cui il valore puntuale di resistenza alla penetrazione determinato nei fori di sondaggio consente correlazioni empiriche con i principali parametri geotecnici) e la prova SCPT (Standard Cone Penetration Test - in cui il valore della resistenza alla punta è continuo lungo il tratto d'infissione delle aste a punta conica).

<sup>2</sup> Tabelle 3.2 IV - 3.2 V - 3.2 VI di NTC.

I **caratteri geotecnici** sono stati analizzati tramite l'esecuzione di **n.6 penetrometrie dinamiche medie DL030** (SCPT con mazza battente di 30 kg), le quali hanno permesso di valutare le capacità portanti del terreno alle varie profondità, in funzione della resistenza alla punta (formula degli 'Olandesi'), com'evidenziato dai **diagrammi** allegati e sulla base delle correlazioni disponibili in letteratura.

Dalle penetrometrie si possono notare così orizzonti con le seguenti caratteristiche geotecniche relative alle **tensioni ammissibili**:

Litotipi	orizzonte (m)	Nscpt	Nspt	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
Limo argilloso sabbioso molto molle	0.0 – 0.4/1.1	3 - 5	2 - 4	10 - 18	0.3 – 0.5
Sabbia e ghiaia da sciolta a mediam. addensata	0.4/1.1 – 1.0/1.1	15 - 20	10 - 15	50 - 80	1.5 – 2.0
Ghiaia e sabbia con ciottoli mediamente addensata	1.0/1.1 – indef.	25 – 80*	20 – 30*	100	> 2.0

*\*localmente sovrastimata per la presenza di ciottoli.*

Le **tabelle d'elaborazione statistica e dei parametri geotecnici** individuano, tramite note correlazioni con Nspt (numero colpi prova SPT), tenuto conto del rapporto di energia (assunta pari a 0,77), esistente tra la resistenza penetrometrica standard ( $N_{SPT}$ ) e quella rilevata con il penetrometro utilizzato (Nscpt), i principali parametri geotecnici utili nel calcolo delle opere di fondazione (angolo d'attrito efficace, peso di volume, modulo di compressibilità edometrica, densità relativa)<sup>3</sup>.

La valutazione della **densità relativa**, ovvero la classificazione dello stato di addensamento dei terreni, è uno dei parametri che consentono la stima del comportamento dei terreni grossolani in campo statico. Tra le correlazioni più frequentemente utilizzate a tale scopo, e di seguito riportate, ci sono quelle di Terzaghi-Peck (1948) e di Gibbs-Holtz (1975), che mettono in relazione il valore di Dr % con i valori di NSPT.

Il **peso di volume** può essere valutato sulla base delle correlazioni proposte dal NAVFAC Manual (1971) che, per terreni di granulometria e con il grado di addensamento sopra indicato, permette di stimare i seguenti valori: livelli ghiaioso-sabbiosi da densi  $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ .

E' possibile stimare un valore dell'**angolo di resistenza al taglio di picco** mediante le correlazioni e i valori forniti da numerosi autori, alcuni dei quali sono riportati nella tabella di elaborazione. In particolare Leonards (1962) propone, per terreni con percentuale di ghiaia fino al 65% e densità relativa media, dei valori compresi tra 37 e 41, mentre Lambe e Whitman (1969), per sabbia e ghiaie con densità media, propongono un campo di valori compresi tra 36 e 42. E' possibile quindi ritenere come rappresentativo del deposito un valore di 38°, in modo da tenere anche conto della presenza di livelli ciottolosi che possono amplificare i valori di Nspt. Analogamente è possibile definire il valore dell'**angolo di resistenza al taglio a volume costante**  $\Phi_{cv}$ . Lambe e Whitman propongono, per tale parametro dei valori compresi tra 32° e 36°. Mediamente si assumerà per il substrato di fondazione  $\Phi_{cv} = 32^\circ - 34^\circ$  (30° livelli sabbiosi).

Per ciò che riguarda la valutazione del grado di **coesione**, pur presentando spesso i depositi fluvio-glaciali una leggera pseudocoazione dovuta a processi di aggregazione chimica (cementazione legata all'oscillazione della falda o all'acqua di infiltrazione), si assumerà un valore nullo della coesione per tutti i livelli grossolani in considerazione della variabilità della distribuzione spaziale di tali processi.

<sup>3</sup> Le prove SPT forniscono indicazioni sul grado di addensamento dei materiali e, attraverso correlazioni disponibili in letteratura tecnica, consentono di stimare le caratteristiche di resistenza e deformabilità dei terreni (Gibbs H.J., Hiltz W.G. 1957 correlazione fra NSPT e densità relativa Dr% ; Schmertmann J.H. 1977 correlazione fra l'angolo di resistenza al taglio di picco  $\Phi'$  e densità relativa Dr%; D'Apollonia et alii 1970 correlazione tra NSPT ed il modulo di compressione E; Terzaghi & Peck 1948-1967 correlazione tra NSPT ed il peso di volume e la coesione non drenata  $C_u$ , valore non sempre affidabile; E da Nspt secondo Metodo di Denver o Tornaghi et alii).

Il **modulo di deformabilità** secondo il metodo di Denver ( $E_d$  (MPa) =  $7.14 \cdot (N_{spt})^{0.5}$ ) con valore cautelativo  $N_{spt}$  20/25 è pari a  $E_d = 30 - 35$  Mpa (correlazioni con valori simili per Tornaghi, D'Apollonia e valori più conservativi per Jamiolkowski e Bowles). Strati a maggior percentuale sabbiosa ( $N_{spt}$  10 – 15) suggeriscono valori pari a  $E_d = 20 - 25$  Mpa.

I parametri geotecnici medi di una stratigrafia tipo attribuibili al terreno di fondazione sono:

#### ORIZZONTE SUPERFICIALE LIMOSO-ARGILLOSO PSEUDOCOESIVO

$$N_{spt} = 4 \div 5$$

$$\gamma_n = \text{peso di volume nat.} = 16.0 \text{ kN/m}^3(\text{nat.})$$

$$C_u = \text{coesione non drenata} = 20 \div 30 \text{ kPa}$$

$$E = \text{modulo di deformabilità} = 2 \div 4 \text{ Mpa}$$

#### ORIZZONTE INCOERENTE GHIAIOSO-SABBIOSI da sciolto a med. addensato

$$N_{spt} = 10 \div 20$$

$$D_r = \text{grado di addensamento} = 45 \div 60 \%$$

$$\gamma_n = \text{peso di volume nat.} = 18 \div 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi' = \text{angolo di resistenza al taglio di picco} = 32^\circ \div 35^\circ$$

$$\Phi_{cv} = \text{ang. di res. al taglio a volume cost.} = 30^\circ$$

$$E = \text{modulo di deformabilità} = 18 \div 20 \text{ Mpa}$$

#### ORIZZONTI INCOERENTI GHIAIOSO-SABBIOSI mediamente addensati

(piano di fondazione dell'interrato, incoerente, mediamente addensato)

$$N_{spt} \text{ medio} = 25 \div 30$$

$$D_r = \text{grado di addensamento} = 65 \div 85 \%$$

$$\gamma_n = \text{peso di volume} = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi' = \text{angolo di resistenza al taglio di picco} = 35^\circ \div 38^\circ$$

$$\Phi_{cv} = \text{ang. di res. al taglio a volume cost.} = 32^\circ \div 34^\circ$$

$$E = \text{modulo di deformabilità} = 25 \div 40 \text{ Mpa}$$

Tali valori riscontrati sulla verticale di prova devono essere confermati in sede di scavo al di sotto del piano di fondazione, al fine di caratterizzare i reali parametri geotecnici.

Non si possono trascurare del tutto le **pressioni idrostatiche** in quanto la superficie piezometrica della falda, non rilevata in sito nei pozzetti esplorativi, dai dati a disposizione è posta a quote che possono interferire con il bulbo d'influenza delle opere di fondazione. I depositi alluvionali ghiaiosi sono comunque dotati di un alto grado di permeabilità in piccolo, capace di dissipare rapidamente le pressioni idrostatiche legate ai carichi posti in opera.

La caratterizzazione geotecnica tiene conto del **D.M. 11/03/88** e delle Nuove Norme Tecniche per la Costruzione, approvate con il DM 14.09.2005, di cui al **D.M. 14.01.2008**. La normativa italiana è stata regolata fino all'entrata in vigore delle Nuove Norme Tecniche di Costruzione (NNTC) essenzialmente dal **D.M. 11/03/88** "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*" e del C.M. LL.PP. 24.09.88 n°30483 "*Istruzioni riguardanti le Indagini sui Terreni e sulle Rocce, la Stabilità dei Pendii Naturali e delle Scarpate, i Criteri Generali e le Prescrizioni...delle Opere di Sostegno delle Terre e delle Opere di Fondazione*".

Quando si effettuano i calcoli secondo il DM 11.03.88 viene determinata la **Qa** cioè la pressione ammissibile nel terreno in corrispondenza del piano di posa della fondazione per una geometria e una stratigrafia date. **Qa** è data dal rapporto tra la pressione ultima o di rottura **Qult** ed il fattore di sicurezza minimo richiesto dalle normative (FS), nel caso FS = 3. La pressione ultima o di rottura **Qult** è il risultato più strettamente geotecnico del calcolo di capacità portante delle fondazioni superficiali e rappresenta la massima tensione in assoluto, superando la quale si ha rottura del terreno. Secondo le formule trinomie maggiormente usate, la profondità d'incasso o di reinterro influisce sul sovraccarico laterale ( $q'$ ) e di conseguenza sulla pressione ultima **Qult**. Secondo questo metodo la determinazione efficace della **capacità portante** di un terreno

comporta una verifica geotecnica che, partendo da dati progettuali definiti, consenta di ipotizzare valori di capacità portante a cui sono associati relativi cedimenti ammissibili considerati compatibili con la struttura in esame.

La **superficie piezometrica** presenta attualmente una soggiacenza inferiore a -5 m dal piano attuale, (piano di fondazione di progetto - 3 m), essendo stimata a -5.5 / -7 m. A causa di possibili oscillazioni della stessa con escursioni della soggiacenza soprattutto in concomitanza di periodi particolarmente piovosi, può risalire ed interferire con il bulbo d'influenza delle opere di fondazione.

#### **PORTANZA ASSIALE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (DM 14.09.2005; D.M. 14.01.2008)**

Conseguentemente ai principi generali enunciati nelle NTC, la progettazione geotecnica si basa sul **metodo degli stati limite** e sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo degli stati limite, ultimi e di esercizio, i coefficienti parziali sono applicati alle azioni, agli effetti delle azioni, alle caratteristiche dei materiali e alle resistenze. I coefficienti parziali possono essere diversamente raggruppati e combinati tra loro in funzione del tipo e delle finalità delle verifiche, nei diversi stati limite considerati. Nei confronti degli stati limite ultimi (**SLU**) si considerano cinque stati limite ultimi che, mantenendo la denominazione abbreviata degli eurocodici, sono così identificati:

**EQU** – perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

**STR** – raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

**GEO** – raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

**UPL** – perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento);

**HYD** – erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

Gli stati limite **STR** e **GEO** sono gli unici che prevedono il raggiungimento della resistenza delle strutture o del terreno, rispettivamente.

Nelle verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite ultimi, può essere utilizzato l'Approccio 1 o l'Approccio 2. Nell'ambito dell'Approccio 1, la combinazione 1 è generalmente dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo strutturale, **STR**, mentre la combinazione 2 risulta in genere dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo geotecnico, **GEO**. Nei confronti degli stati limite di esercizio (**SLE**), per le opere e i sistemi geotecnici, gli stati limite si riferiscono al raggiungimento di valori critici di spostamenti e rotazioni, assoluti e/o relativi, e distorsioni che possano compromettere la funzionalità dell'opera. È quindi necessario valutare, utilizzando i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze dei materiali, gli spostamenti e le rotazioni delle opere, nonché il loro andamento nel tempo. Secondo le NTC deve essere rispettata la condizione  $Ed < Rd$  dove  $Ed$  è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e  $Rd$  è il valore di progetto della resistenza del terreno. La resistenza  $Rd$  è determinata sulla base di misure dirette che utilizzano il risultato di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti riportati nelle varie tabelle.

$X_{ki}$  è il valore **caratteristico** del parametro del terreno (frattile del 5% che minimizza la sicurezza) con una stima cautelativa del valore del parametro del terreno in relazione allo stato limite considerato con il valore di progetto  $X_{di} = X_{ki} / \gamma_{Mi}$ . Il valore caratteristico  $X_{ki}$  nei calcoli si ricava tramite un'analisi statistica secondo una distribuzione lognormale per volumi di rottura grande. Il parametro del terreno di fondazione  $\Phi$  si sceglie sulla base delle correlazioni con  $N_{spt}$  ( $N_{spt}'$ ). Il valore caratteristico  $X_{ki}$  secondo le istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC è suggerito come il **valore caratteristico** che può essere basato sul giudizio del geotecnico, così come quello operativo o di progetto, con **valori caratteristici** circa uguali ai valori medi ( $V_k \sim V_m$ ) quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle

più resistenti. Il parametro  $\Phi$  del terreno granulare di fondazione è possibile sceglierlo sulla base delle correlazioni con  $N_{spt}$  ( $N_{spt}'$ ). Per il substrato ghiaioso-sabbioso di fondazione il valore caratteristico  $X_{ki} = \Phi_k = 32^\circ - 33^\circ$  ( $30^\circ$  per i livelli francamente sabbiosi).

Occorrerà perciò utilizzare i valori caratteristici definiti e scegliere l'Approccio più idoneo. Per *ogni* SLU, in base ai diversi approcci progettuali, deve essere rispettata la condizione **Ed < Rd**. La verifica della capacità portante potrà essere effettuata adottando p.e. la soluzione di BRINCH-HANSEN (1970 - statica), che tiene conto di diversi fattori correttivi, così riportata:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} z_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q$$

dove:	$q_{lim}$	pressione di rottura sul piano di fondazione
	$q$	tensione verticale effettiva sul piano di posa
	$\gamma'$	peso di volume efficace
	$c$	coesione
	$N_{\gamma}$ $N_q$ $N_c$	fattori di capacità portante
	$s_{\gamma}$ $s_q$ $s_c$	fattori di forma della fondazione
	$i_{\gamma}$ $i_q$ $i_c$	fattori correttivi per inclinazione del carico
	$b_{\gamma}$ $b_q$ $b_c$	fattori correttivi per inclinazione della base fondazione
	$g_{\gamma}$ $g_q$ $g_c$	fattori correttivi per inclinazione del piano campagna
	$d_c$ $d_q$	fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa
	$Z_{\gamma}$ $Z_q$ $Z_c$	fattori correttivi per effetti inerziali

Nell'impiego dell'espressione trinomia per la valutazione del carico limite, i valori di progetto dei parametri di resistenza devono essere impiegati sia per la determinazione dei fattori di capacità portante,  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_{\gamma}$ , sia per la determinazione dei coefficienti correttivi, ove tali coefficienti intervengano.

$$z_q = z_{\gamma} = \left(1 - \frac{k_h}{tg \varphi}\right)^{0,35} \qquad k_h = \frac{S \cdot a_g}{g}$$

$$z_c = 1 - 0,32k_h$$

(Paolucci & Pecker, 1997)

Effetti inerziali: fattori correttivi z

Considerando che il terreno di fondazione è costituito in prevalenza da terreni granulari, la verifica della capacità portante si può effettuare in condizioni drenate.

Utilizzando i dati relativa ad una **fondazione nastriforme ipotetica** con:

$P = 0.6$  m *profondità piano di posa* delle fondazioni rispetto al piano inferiore

$B = 1$  m *lato della fondazione*

(senza contare gli effetti inerziali e i momenti)

Si ottiene:  $q_{lim} = 446$  kN/m<sup>2</sup> in condizioni drenate

Nelle verifiche effettuate seguendo l'**approccio progettuale 2**, le azioni di progetto in fondazione derivano da un'unica analisi strutturale svolta impiegando i coefficienti parziali del gruppo A1. Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle fondazioni (GEO), si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni. L'analisi può essere condotta con la Combinazione (A1+M1+R3), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo R3. Tali coefficienti si applicano solo alla resistenza globale del terreno, che è costituita, a seconda dello stato limite considerato, dalla forza normale alla fondazione che produce il collasso per carico limite, o dalla forza parallela al piano di scorrimento della fondazione che ne produce il collasso per scorrimento. Essi vengono quindi utilizzati solo nell'analisi degli stati limite GEO.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Nell'ottica di soddisfare quanto richiesto dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 si può utilizzare un **programma di calcolo** (Brinch-Hansen p.e. Geo&Soft) in modo convenzionale, a condizione di utilizzare la combinazione di carico peggiore tra quelle previste dal capitolo 2.5.3 delle NTC 2008, come fornite dal progettista della struttura in elevazione.

$$R_d \text{ Valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico} \quad R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

dove  $\gamma_R$  viene preso in conto solo per le verifiche SLU - GEO

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

$$\tan \phi'_d = \frac{\tan \phi'_k}{\gamma_{\phi'}} \quad c_{U,d} = \frac{c_{U,k}}{\gamma_{c_u}}$$

Utilizzando l'Approccio 2 : **A1 + M1 + R3** si ottiene per la **fondazione nastriforme:**

**$q_{lim} / \gamma_R = 194 \text{ kN/m}^2$**  (con  $\gamma_R = 2,3$ ); in condizioni drenate  
**(184 kN/m<sup>2</sup>** con fattori correttivi inerziali (Paolucci & Pecker) – categoria di sottosuolo C )

Deve essere così rispettata in sede progettuale la condizione  $Ed < Rd$ .

Si deve inoltre effettuare anche la verifica allo slittamento con  $\gamma_R = 1,1$  in base alle combinazioni possibili delle azioni di progetto.

Come specificato al paragrafo 7.5.3.1 delle NTC 2008, le azioni derivano dall'analisi della struttura in elevazione come specificato al par. 7.2.5 ("Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche: nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita al par. 2.5.3"), e le resistenze sono i corrispondenti valori limite che producono il collasso del complesso fondazione-terreno; esse sono valutabili mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica, tenendo anche conto dell'effetto dell'inclinazione e dell'eccentricità delle azioni in fondazione. Le combinazioni di carico includono gli effetti sismici.

Il calcolo del valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico deve essere effettuato tenendo conto degli effetti di riduzione della capacità portante ultima e dell'area efficace dovuti alla distribuzione dei carichi applicati (come facilmente desumibile dall'espressione 6.2.3 delle NTC 2008), il che rende non immediata l'identificazione della combinazione di carico peggiore. A titolo di esempio in una determinata combinazione potrebbero esserci una componente verticale inferiore ed un momento superiore rispetto ad un'altra che porta ad un decremento dell'area efficace: non è immediato capire in quale dei due casi la pressione finale, data dal valore del carico normale diviso per l'area efficace, assume il valore maggiore.

La normativa permette di effettuare l'analisi utilizzando uno dei due approcci a scelta descritti nel par. 6.4.2.1. L'Approccio 2 è più congruente alla metodologia classica, e con esso la verifica di capacità portante viene effettuata assumendo validi i parametri caratteristici del terreno (colonna **M1** della tabella 6.2.II) ed utilizzando il set di carichi ottenuto dal progettista della struttura in elevazione con l'applicazione dei coefficienti della colonna **A1** della tabella **6.2.I**. Alla resistenza del sistema geotecnico viene poi applicato il coefficiente riduttivo definito nella colonna **R3** e nella prima riga della tabella **6.4.I**. La fondazione risulta verificata allorché il "Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione" risulti inferiore al "Valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico". Si ricorda che la normativa prevede, oltre alla verifica del collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno e del collasso per scorrimento sul piano di posa, anche l'analisi di stabilità globale ed il raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Nei confronti degli stati limite di esercizio (**SLE**) è necessario valutare, utilizzando i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze dei materiali, gli spostamenti e le rotazioni delle opere, nonché il loro andamento nel tempo, e deve essere rispettata la condizione  $Ed < Cd$  dove  $Ed$  è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e  $Cd$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (cedimento ammissibile).

Una valutazione dei **cedimenti totali** (quelli secondari, legati ai limi sono difficilmente quantificabili in assenza di prove di compressibilità edometrica), è stata effettuata in via ipotetica attraverso il metodo generale (Boussinesq con l'integrazione di Newmark) utilizzando gli stessi moduli di deformazione ricavati dalle correlazioni.

Secondo l'ipotesi di **fondazione nastriforme** con carico di tensione verticale effettiva media  $180 \text{ kN/m}^2$ , i **cedimenti totali** previsti in questo caso sono inferiori a 25 mm ( $14 \div 11$  mm). Per cui nei confronti degli stati limite di esercizio (**SLE**) è rispettata la condizione  $Ed \leq Cd$  dove  $Ed$  è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e  $Cd$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (cedimento ammissibile) con  $Ed = 180 \text{ kN/m}^2 \leq Cd$  (2,5 cm).

Non essendovi alcuna normativa tecnica che stabilisca il valore dei cedimenti ammissibili, che devono essere definiti in relazione alle proprietà dei vari edifici, in prima istanza il dimensionamento della fondazione è stato eseguito mediante la procedura più conservativa che risulta quella proposta da Terzaghi, secondo il quale i cedimenti ammissibili sono i seguenti: fondazioni continue e plinti = 2.5 cm; platee = 5.0 cm.

Pertanto si propone a titolo cautelativo di non ritenere compatibili con la struttura del fabbricato i carichi che producono un cedimento superiore. Ovviamente sarà competenza e discrezione dello strutturista, valutare l'eventuale capacità del manufatto di sopportare le distorsioni conseguenti ad un cedimento maggiore e correggere quindi il dimensionamento operato. Il cedimento ammissibile per plinti isolati su terreni non coesivi è valutabile mediante la formulazione fornita da GRANT et al.,  $s_{amm} = 15000 \beta = 30$  mm, con  $\beta = 1/500$  valore di distorsione angolare limite usualmente ritenuto nella pratica perché non si producano lesioni in strutture a telaio in c.a. con tamponature. La natura del terreno in esame, inoltre, è tale da garantire l'esaurimento di gran parte del cedimento nel breve periodo. Anche in questo caso sarà competenza e discrezione dello strutturista, valutare l'eventuale capacità del manufatto di sopportare le distorsioni conseguenti ad un cedimento maggiore e correggere quindi il dimensionamento operato.

Si ricorda tuttavia che il **comportamento del terreno è caratterizzato da assenza di linearità**, pertanto tale confronto non può che essere orientativo. La continuità degli orizzonti e la loro parametrizzazione geotecnica, basata sui dati campione disponibili, devono essere verificate tramite pozzetti esplorativi durante l'esecuzione delle opere da realizzarsi. I risultati sono comunque suffragati dal confronto con situazioni analoghe in cantieri prossimi alla zona in esame e da una vasta casistica relativa all'area di Settimo Torinese. Si ritiene tuttavia opportuno, in fase di esecuzione dei lavori, effettuare un'accorta ispezione visiva del terreno di fondazione per accertare la presenza di disomogeneità evidenti, costituite in genere da lenti sabbiose o limoso - sabbiose. In presenza di tali singolarità, si deve procedere con un'omogeneizzazione delle proprietà meccaniche e deformative del terreno, tipicamente mediante la rimozione di uno strato di adeguato spessore e la sua sostituzione con un getto di magrone.

Sulla base dello schema stratigrafico a disposizione, nella caratterizzazione geotecnica preliminare e per la scelta del tipo di fondazioni e della capacità portante e dei cedimenti, si osserva che:

- il **terreno** è di tipo **granulare** non coesivo fino alla profondità prevista di  $10 \div 15$  m dal p.c.;
- in superficie affiorano litotipi limoso sabbiosi fini e, localmente, terreni rimaneggiati;
- il terreno è caratterizzato da strati di **ghiaie e sabbie da sciolte a mediamente addensate**, di colore grigio con ciottoli arrotondati verificati fino a 4.3 m (5.1 m in scpt 7);

- si possono rinvenire **strati sabbiosi sciolti** o poco addensati;
- si potranno adottare **fondazioni dirette** a plinti isolati o di tipo continuo, che dovranno essere dimensionate e verificate sia nei confronti dei fenomeni di rottura sia dei cedimenti dei terreni di fondazione;
- opere di fondazione continue, secondo l'ipotesi proposta, consentono carichi ipotizzabili dell'ordine di  $150 \div 180 \text{ kN/m}^2$ , con cedimenti tollerabili dalla struttura;
- la continuità degli orizzonti e la loro parametrizzazione geotecnica indicativa, basata sui dati disponibili, devono essere verificate tramite pozzetti esplorativi durante l'esecuzione delle opere da realizzarsi al di sotto del piano d'imposta delle fondazioni per una profondità pari a  $2B$  ( $B$ =lato fondazione);
- in sede di progetto esecutivo di ogni lotto occorrerà provvedere una caratterizzazione geotecnica specifica sulla base di indagini geognostiche puntuali, in armonia con i disposti delle NNT del D.M. 14.01.08, dove saranno fornite le specifiche tecniche sulle opere di fondazione e sui fronti di scavo, e si dovrà verificare lo stato di fatto e la persistenza orizzontale e verticale delle condizioni ipotizzate tramite le prove campione, tenendo conto delle possibili variazioni dell'andamento degli strati e d'eventuali prelievi e rinterri non rilevabili in sede preliminare;
- la progettazione geotecnica dovrà essere dimensionata sulla base delle considerazioni effettuate con il conseguente adeguamento delle verifiche agli SLU e agli SLE della nuova normativa tecnica DM 14.01.08 e/o del DM 11.03.88;
- la falda non è stata rilevata nelle indagini eseguite (pozzetto esplorativo spinto fino a 4.3 m dal piano campagna) ed è stimata a - 5.5/7 m dal piano campagna. A causa di possibili oscillazioni della stessa con escursioni della soggiacenza soprattutto in concomitanza di periodi particolarmente piovosi, può risalire ed interferire con il bulbo d'influenza delle opere di fondazione;
- per quanto riguarda le opere di urbanizzazione, per il **rilevato di sottofondo**, si consiglia l'appoggio su terreno scorticato privo di materiale organico, e quindi la stesura di una serie di livelli sovrapposti di materiale granulare (classe A1 – A2 della classificazione HRB - AASHO M 145 – 49, misto naturale di cava costituito da ghiaia e sabbia con passante al vaglio n°200 < 35%), identificato come **materiale di sottofondo da eccellente a buono**. Il **costipamento** del rilevato deve avvenire necessariamente tramite il passaggio per strati successivi di 30 cm di un rullo vibrante, in modo da ridurre gli eventuali cedimenti dei litotipi che lo costituiscono, con controlli finali mediante Prove di Carico su Piastra, sino al raggiungimento di moduli di deformazione di almeno  $600 \div 700 \text{ kg/cm}^2$ , in modo da ridurre i cedimenti indotti da carichi dinamici legati al transito di autoveicoli pesanti. Occorrerà prestare attenzione al materiale di sottofondo in quanto lo strato limoso risente di variazioni di volume per assorbimento d'acqua e per essiccazione.
- a causa del basso grado d'addensamento del materiale sabbioso-ghiaioso superficiale occorrerà prestare attenzione anche durante le varie **fasi dei lavori in cantiere**, evitando di creare fronti di scavo, anche temporanei, instabili e non protetti, a rischio di collassamento, e a rischio di rotolamento di blocchi e ciottoli. Occorrerà eventualmente creare berme protettive o comunque opere di contrasto.

**Considerazioni conclusive.**

Alla luce della caratterizzazione geologica e delle indagini svolte ai fini del **D.M. 14.01.08**, il sito esaminato si può considerare **idoneo** ad accogliere le opere relative al progetto per la realizzazione del **Piano Esecutivo Convenzionato a destinazione residenziale** sito in Via Lodi angolo Via Milano, area di PRGC **Ha47**, comune di Settimo Torinese.

Il terreno oggetto dell'intervento è d'origine alluvionale, a scheletro prevalentemente ghiaioso-sabbioso e sabbioso-ghiaioso, morfologicamente corrispondente al livello di base della pianura, superficie di conoide distale stabile.

Le indagini condotte hanno consentito di ricostruire nel dettaglio l'assetto geologico, morfologico ed idrogeologico dell'area di previsto intervento, evidenziandone altresì le dinamiche morfoevolutive e le principali problematiche connesse alle realizzazioni delle opere in progetto.

Sulla base delle considerazioni suesposte si può esprimere un giudizio **positivo** circa la fattibilità geologico-tecnica degli interventi in progetto, fatti salvi i risultati e l'osservanza delle **prescrizioni geotecniche preliminari** riportate nella presente.

La Variante Strutturale n°24 al PRGC, "Carta di Sintesi della Pericolosità Geologica e dell'utilizzazione urbanistica", conferma l'appartenenza dell'area alla **Classe II 1 a pericolosità geologica moderata**. L'utilizzazione urbanistica di tali aree è idonea fatti salvi gli accertamenti di cui agli aspetti specifici e generali e nel rispetto del D.M. 11.03.88 e D.M. 14.01.08, che dovranno essere esplicitati a livello di progetto esecutivo, quali il condizionamento del quadro piezometrico della falda freatica, l'interazione con il reticolo idrografico secondario e le possibili alterazioni del substrato originario.

In sede esecutiva occorrerà monitorare la quota della **falda** non raggiunta o individuata nelle indagini eseguite.

Si suggerisce di controllare e regimare gli eventuali afflussi di tipo temporalesco con abbondante deflusso superficiale.

In sede di progetto esecutivo di ogni lotto la progettazione geotecnica dovrà essere dimensionata sulla base di dati puntuali con il conseguente adeguamento delle verifiche agli SLU e agli SLE della nuova normativa tecnica del DM 14.01.08.

In sede d'attuazione di progetto occorrerà **verificare lo stato di fatto e la persistenza orizzontale e verticale delle condizioni ipotizzate**, tenendo conto delle possibili variazioni dell'andamento degli strati secondo le normative del D.M. 14.01.08, con la possibilità di dover approfondire le indagini per stime più precise dei parametri geotecnici.

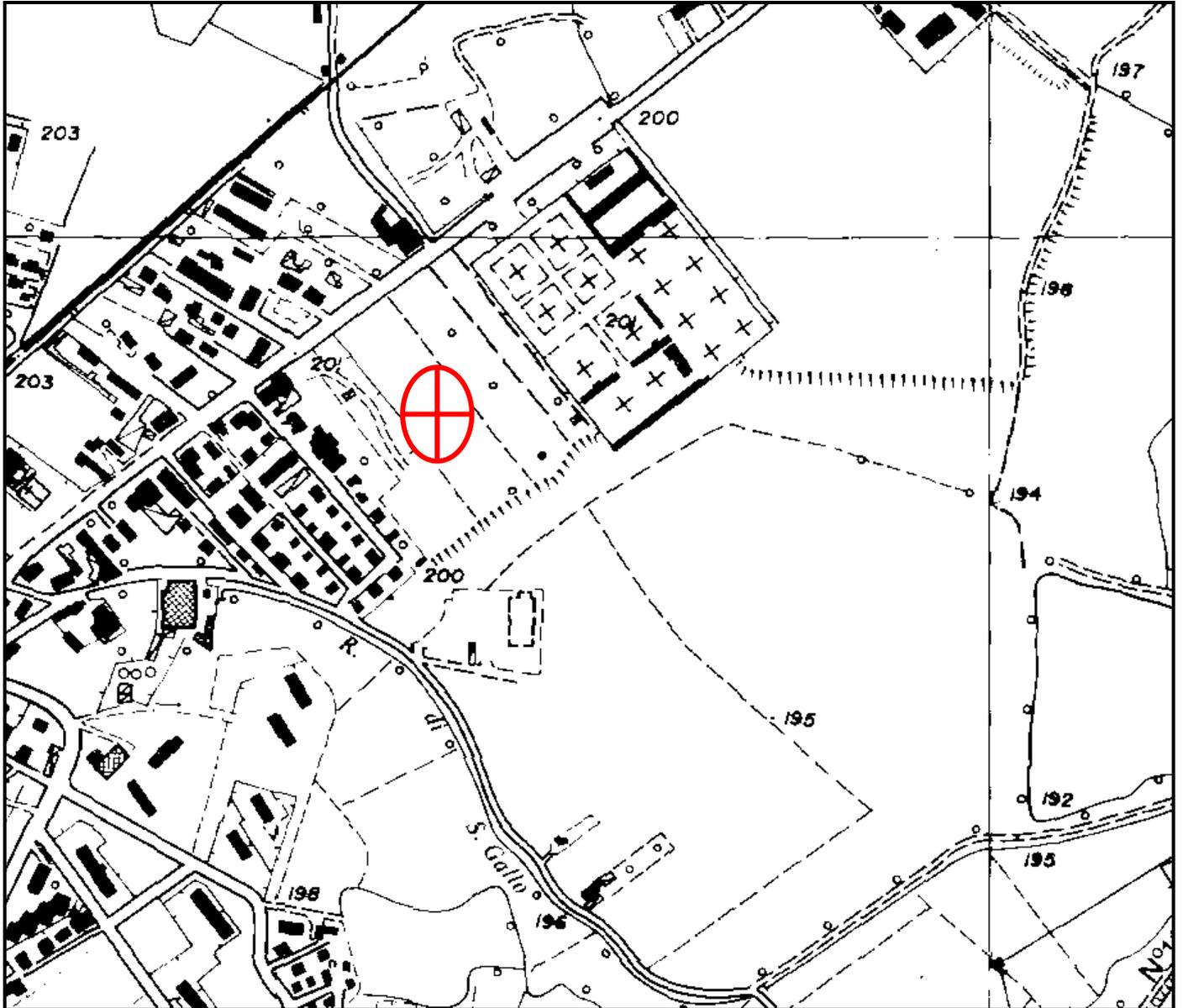
Torino, 25 marzo 2013

Il Geologo, dott. Mauro Mulè

# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Tratto da CTR 156060 alla scala originale 1: 10.000

Rilievo aerofotogrammetrico anno 1980

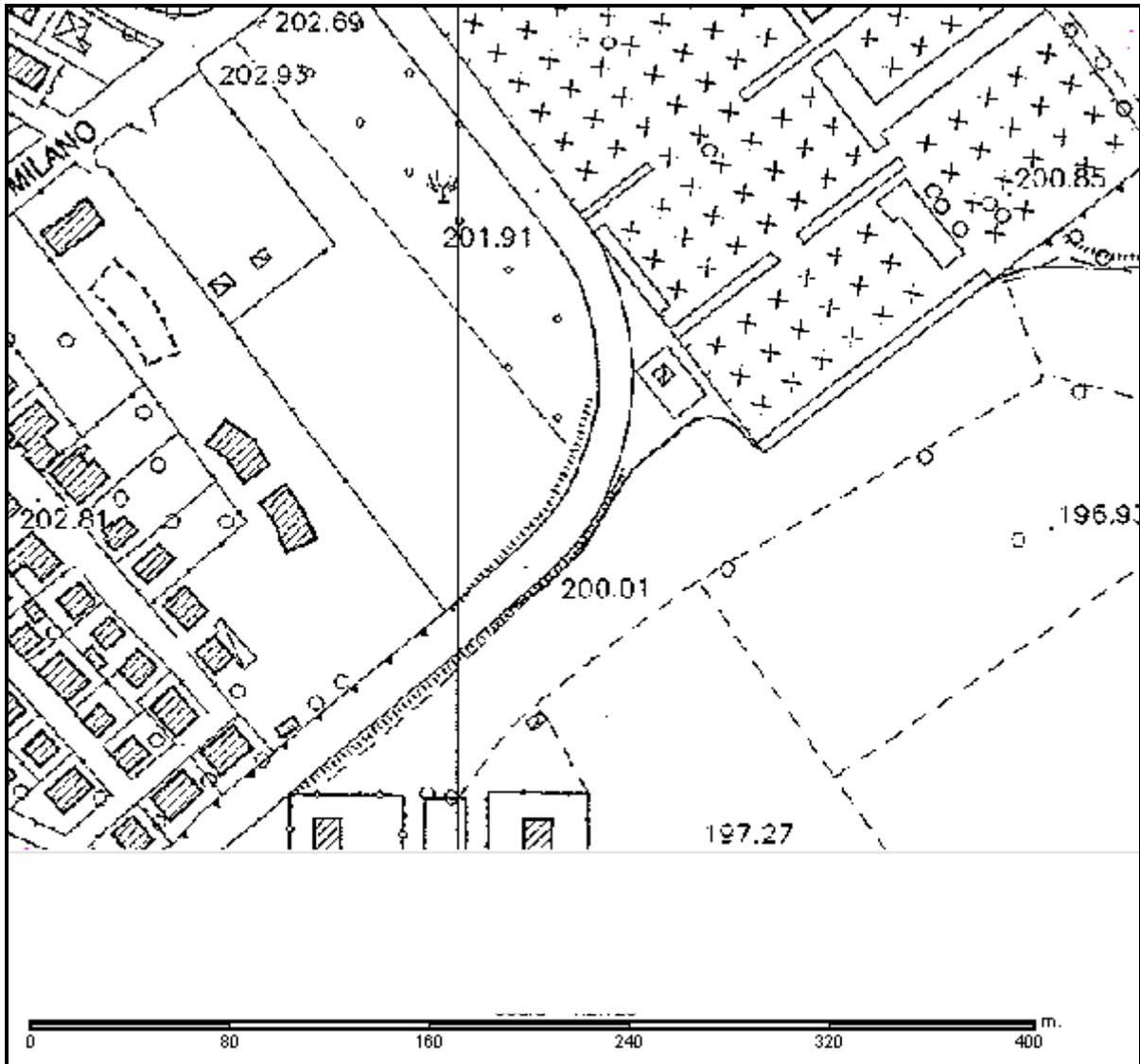


# CARTA TECNICA PROVINCIALE

SCALA originale 1: 5.000



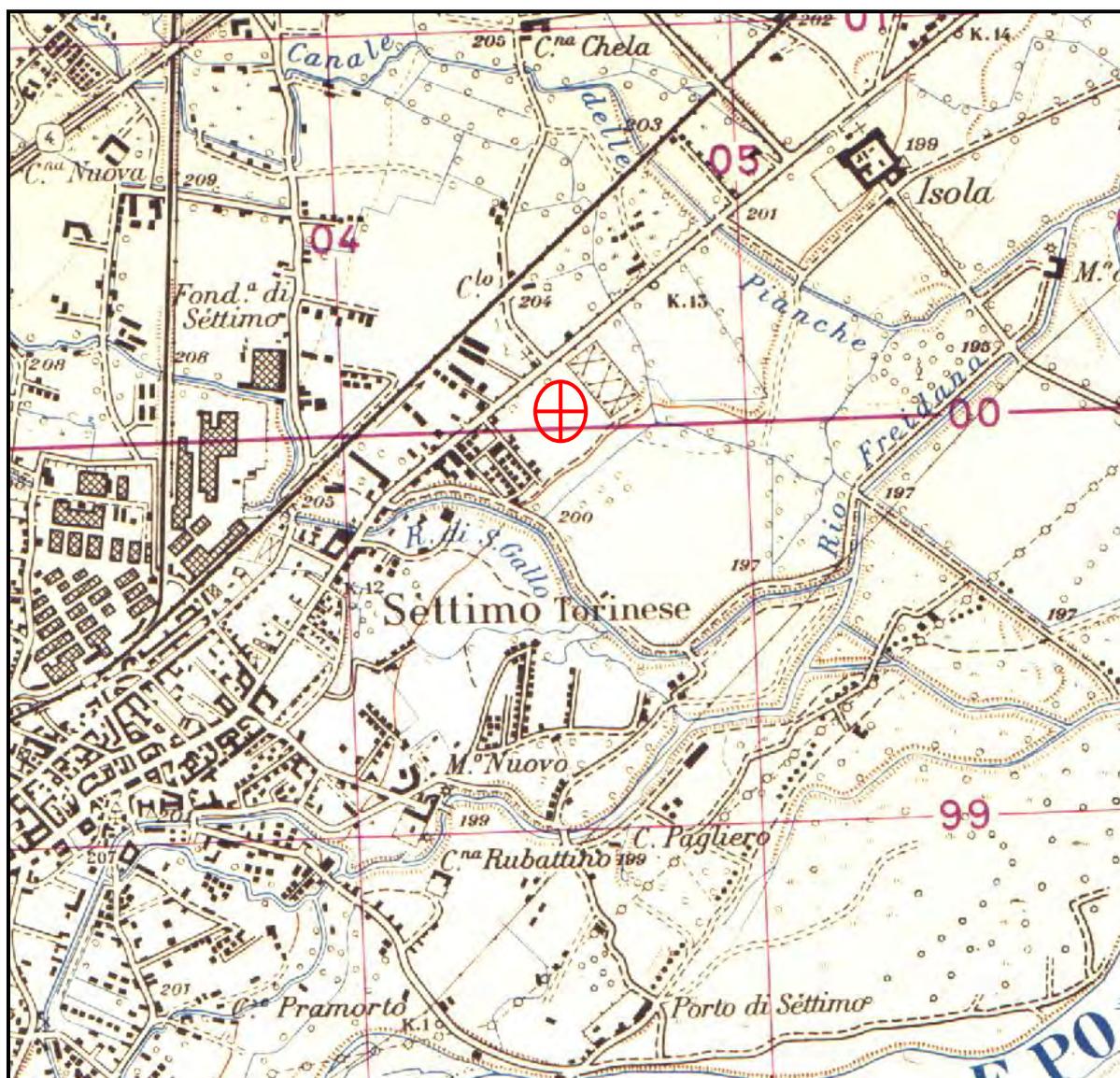
Servizio gestione Informazioni Territoriali, Ambientali e Cartografiche



# COROGRAFIA STORICA

Tratto da scala 1: 25.000

IGM Foglio "Settimo" II NO - aggiornamento 1969 -



Tratto da:

**APAT - Progetto CARG - C.G.I. 1:50.000  
Foglio 156 Torino Est**



**SINTEMA DI PALAZZOLO**

**Subsistema di Ghiaia Grande**

Ghiaie e ghiaie-sabbiose inalterate o poco alterate (2,5Y - 10YR) con locali intercalazioni sabbiose, coperte in modo generalizzato da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose inalterate (2,5Y). Nell'area collinare depositi siltosi e sabbioso-siltosi poco alterati (2,5Y) con intercalazioni ghiaiose (depositi fluviali) (CSN<sub>3</sub>). *OLOCENE - ATTUALE*

CSN<sub>3</sub>

**Subsistema di Crescentino**

Ghiaie e ghiaie-sabbiose debolmente alterate (7,5-10YR) con locali intercalazioni sabbiose a laminazione piano-parallela e incrociata, coperte in modo generalizzato da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose a stratificazione incrociata debolmente o poco alterate (2,5Y - 10YR). Localmente le ghiaie contengono tronchi fluviali e lenti ricche in sostanza organica. Costituiscono ampie superfici terrazzate sospese di alcuni metri sui fondovalle attuali. Nell'area collinare silt e silt sabbiosi privi di stratificazione e debolmente alterati (7,5-10YR) (depositi fluviali) (CSN<sub>2b</sub>). *PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE*

CSN<sub>2</sub>

**Bacino del F. Stura di Lanzo**

**SINTEMA DI REGIA MANDRIA**

**Subsistema di Leini**

Ghiaie sabbiose grossolane con clasti eterometrici costituiti prevalentemente da serpentiniti, gneiss e quarziti, coperte da una coltre di spessore compreso tra 0,5 e 1,5 m costituita da silt sabbiosi debolmente alterati (10YR). Costituiscono ampie superfici terrazzate sospese di circa 10 m sull'alveo del F. Stura di Lanzo (depositi fluviali) (RGM<sub>2b</sub>). *PLEISTOCENE SUP.*

RGM<sub>2</sub>

**Subsistema di Venaria Reale**

Ghiaie alterate (7,5YR) a pezzatura relativamente omogenea con scarsa matrice sabbiosa grossolana e con clasti costituiti prevalentemente da serpentiniti, ultrabasiti e gneiss, coperte da una coltre di spessore metrico di silt sabbiosi. Costituiscono superfici terrazzate sospese di 10-15 m sull'alveo attuale del F. Stura di Lanzo (depositi fluviali) (RGM<sub>1b</sub>). *Parte inferiore del PLEISTOCENE SUP.*

RGM<sub>1</sub>

**Sovrassimboli delle formazioni superficiali**

- a1 deposito gravitativo
- b deposito fluviale e fluvioglaciale
- b2 deposito eluvio-colluviale
- d deposito eolico
- h1 deposito antropico



# COMUNE DI SETTIMO TORINESE

- PROVINCIA DI TORINO -

## VARIANTE STRUTTURALE N. 20 AL P.R.G.C.

(art. 17, comma 4 della L.R. 56/77 e s.m.i.)

*PROGETTO DEFINITIVO*

(art. 31 ter, comma 7 della L.R. 56/77 e s.m.i.)

ELABORATI GEOLOGICI

## CARTA GEOLOGICA E MORFOLOGICA

TAVOLA

**1**

SCALA

**1 : 10.000**

**marzo 2009**

dott. geol. Renata De Vecchi Pellati



**GEOENGINEERING** ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI - GEOLOGIA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA STUDI TERRITORIALI E AMBIENTALI

dott. geol. Renata De Vecchi Pellati dott. geol. Alberto Strona

TORINO via Cibrario, 68 - Tel. 011 4814122 - Fax 011 4304698 - email [posta@geoengineeringstudio.it](mailto:posta@geoengineeringstudio.it)

# LEGENDA

## BACINO DEL FIUME PO



*Unità Superiore. Definisce superfici immediatamente latitanti il corso d'acqua, ordinariamente stabilizzate, nei settori maggiormente prossimi a questo esse sono tutt'ora in evoluzione per processi connessi alla dinamica fluviale attuale*

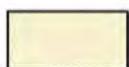
Depositi ghiaioso-ciottolosi con frazione sabbioso-limosa più o meno espressa e con intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose; limi sabbiosi sommitali di colore grigiastro. Depositi limoso-torbosi di colmamento dei rami fluviali relitti - *Olocene-Attuale*



*Unità Inferiore. Di poco sospesa rispetto alla precedente e delimitata frontalmente da una blanda scarpata di erosione, è completamente formata e stabilizzata ed indipendente dalla dinamica fluviale*

Depositi ghiaioso-ciottolosi con frazione sabbioso-limosa più o meno espressa e con intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose; limi sabbiosi sommitali di colore grigiastro interessati da evoluzione pedogenetica poco avanzata - *Olocene*

## BACINO DEL TORRENTE STURA DI LANZO



*La superficie sommitale, che costituisce il locale livello fondamentale della pianura, è troncata verso S dalla valle del Po, alla quale si raccorda attraverso una netta scarpata di terrazzo alta 4-6 metri.*

Depositi ghiaioso-ciottolosi con frazione sabbioso-limosa ed intercalazioni di sabbie limose. Alla sommità si estende una coltre di spessore decimetrico di limi pedogenizzati di colore bruno rossastro - *Pleistocene medio-superiore*

## S I M B O L I

### CIGLIO E SCARPATA DI TERRAZZO FLUVIALE



pertinente all'unità riconducibile alla Stura di Lanzo



pertinente alle unità riconducibili al Po



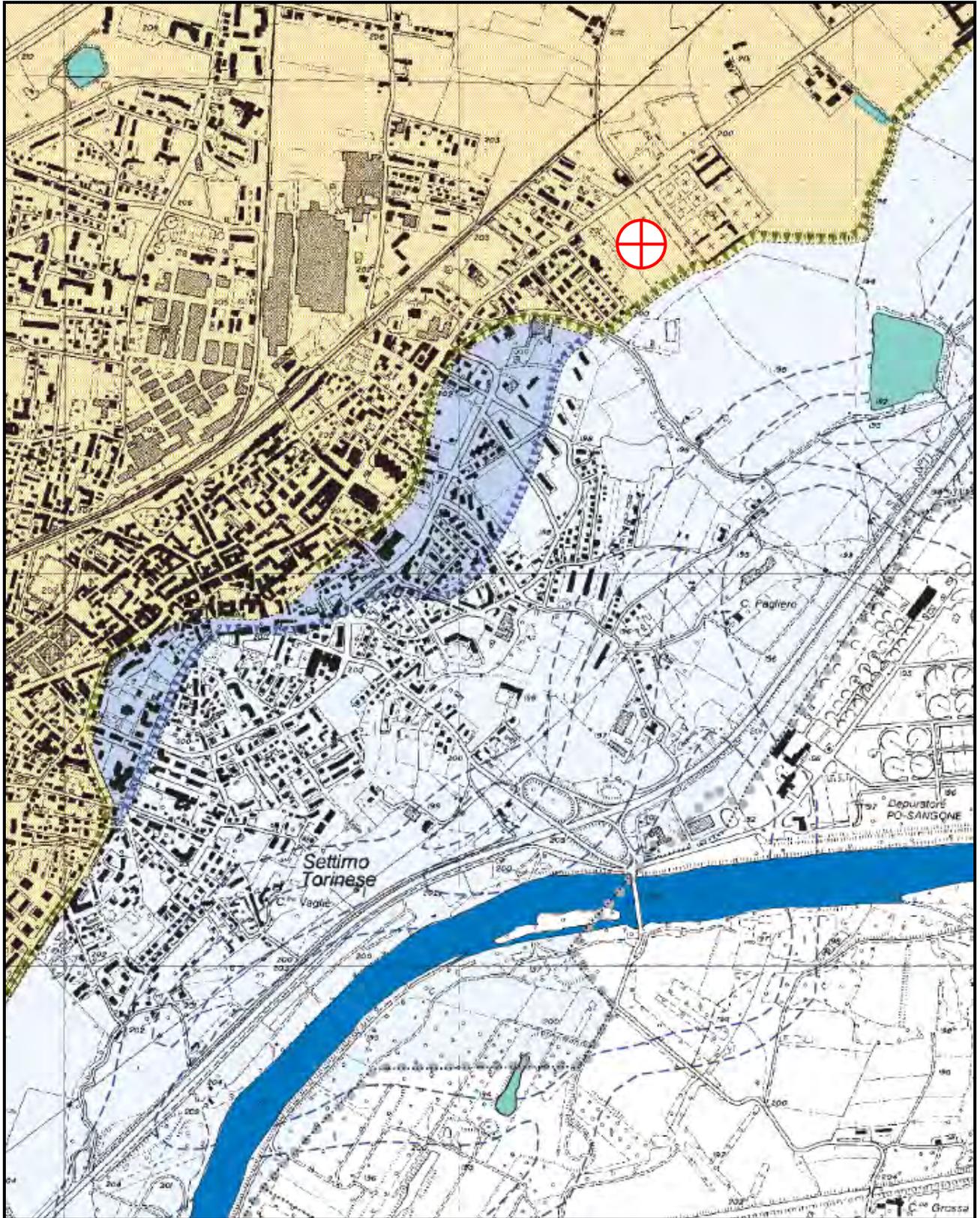
Fiume Po



Andamento dell'alveo del Fiume Po secondo la Gran Carta degli Stati Sardi in Terraferma in scala 1:50000 - Rilievo anni 1820-26



Specchio d'acqua (lago, cava)





## COMUNE DI SETTIMO TORINESE

- PROVINCIA DI TORINO -

### VARIANTE STRUTTURALE N. 20 AL P.R.G.C.

(art. 17, comma 4 della L.R. 56/77 e s.m.i.)

*PROGETTO DEFINITIVO*

(art. 31 ter, comma 7 della L.R. 56/77 e s.m.i.)

ELABORATI GEOLOGICI

## CARTA DELL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

dott. geol. Renata De Vecchi Pellati

TAVOLA

2

SCALA

1 : 10.000

marzo 2009

## LEGENDA

### RETE IDROGRAFICA SECONDARIA



Tratto principale



Tratto principale in sotterraneo



Tratto secondario



Tratto secondario in sotterraneo

### TRACCIATO SCOLMATORI / RETE DRENAGGIO

#### IN PROGETTO



Tratto in sotterraneo



Tratto a cielo aperto

#### GIA' REALIZZATI



Tratto in sotterraneo



Tratto a cielo aperto



Bacino di laminazione in progetto



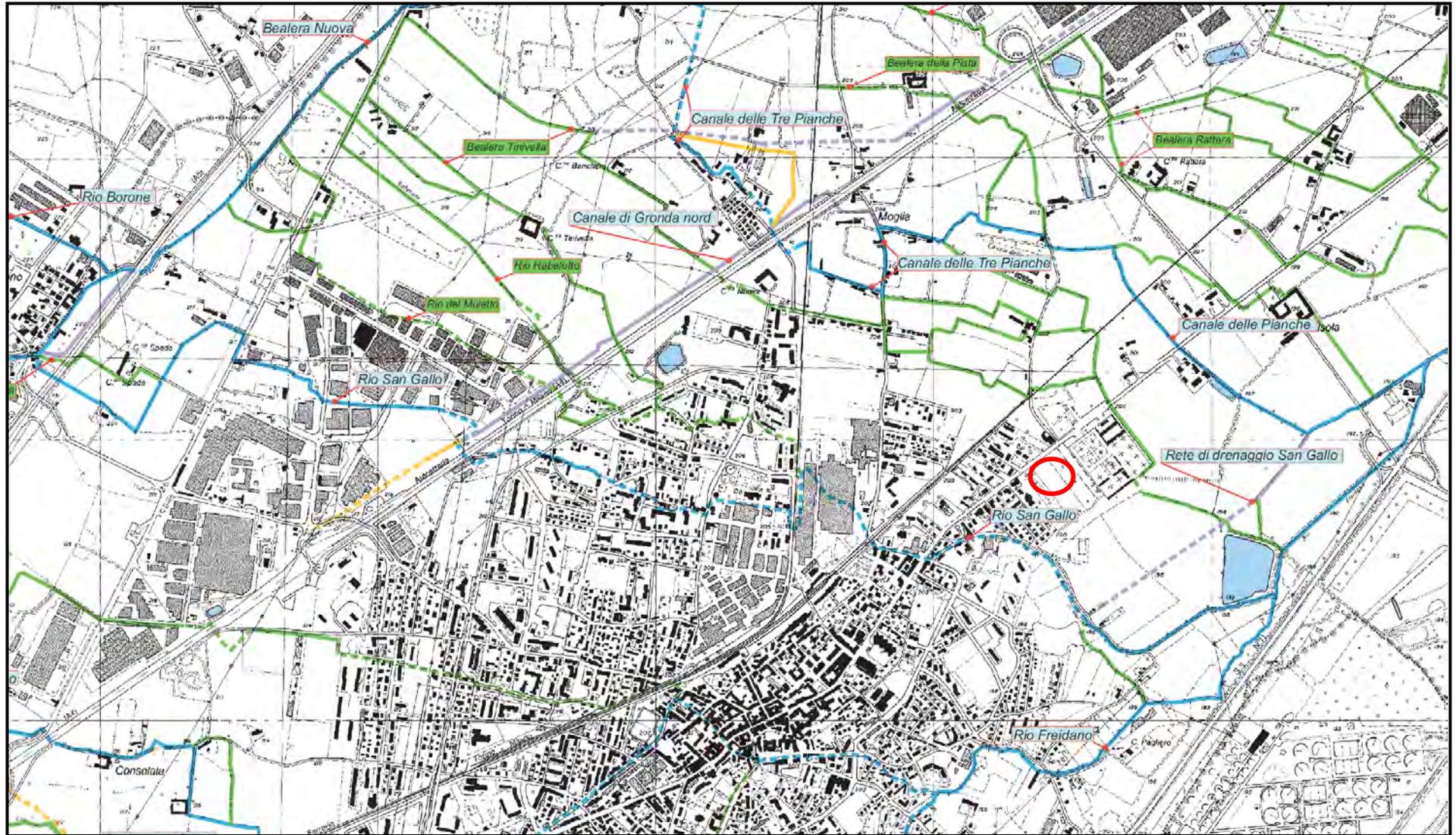
Specchio d'acqua (lago, cava)



**GEOENGINEERING** ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI - GEOLOGIA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA STUDI TERRITORIALI E AMBIENTALI

dott. geol. Renata De Vecchi Pellati dott. geol. Alberto Strona

TORINO via Cibrario, 68 - Tel. 011 4814122 - Fax 011 4304698 - email [posta@geoengineeringstudio.it](mailto:posta@geoengineeringstudio.it)





## COMUNE DI SETTIMO TORINESE

- PROVINCIA DI TORINO -

### VARIANTE STRUTTURALE N. 20 AL P.R.G.C.

(art. 17, comma 4 della L.R. 56/77 e s.m.i.)

*PROGETTO DEFINITIVO*

(art. 31 ter, comma 7 della L.R. 56/77 e s.m.i.)

ELABORATI GEOLOGICI

### QUADRO GENERALE DEL DISSESTO

TAVOLA

**3**

SCALA

**1 : 10.000**

**marzo 2009**

dott. geol. Renata De Vecchi Pellati



**GEOENGINEERING** ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI - GEOLOGIA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA STUDI TERRITORIALI E AMBIENTALI

dott. geol. Renata De Vecchi Pellati dott. geol. Alberto Strona

TORINO via Cibrario, 68 - Tel. 011 4814122 - Fax 011 4304698 - email [posta@geoengineeringstudio.it](mailto:posta@geoengineeringstudio.it)

## LEGENDA

### EVENTO ALLUVIONALE 5-6 NOVEMBRE 1994

(Banca Dati Geologica - Regione Piemonte)

-  Presenza di acqua entro il canale di deflusso principale al momento delle riprese aeree
-  Porzioni entro il canale di deflusso principale non occupate dall'acqua al momento della ripresa aerea
-  Area inondata per apporti dei corsi d'acqua principali
-  Area inondata anche, o solamente, per apporti della rete idrografica minore e/o da canali artificiali
-  Area caratterizzata da intensa mobilitazione di sedimenti
- 1.0** Altezza in metri raggiunta dalle acque di inondazione riferibili al piano campagna precedente l'evento, misurata in base alle tracce su edifici, manufatti o alberi o ricostruita in base a testimonianze dirette
-  Rotte arginali
-  Aree prossime al corso d'acqua soggette ad attività estrattiva con conseguente modificazione dell'originaria morfologia

### CAMPO DI INONDAZIONE ED EFFETTI INDOTTI DALLA PIENA DEL 14-15 OTTOBRE 2000

(Banca Dati Geologica - Regione Piemonte)

- ..... Limite esterno dell'area inondata per apporto dei corsi d'acqua principali
-  Zone allagate per fenomeni connessi alla rete idrografica minore e/o fognaria (da Banca Dati Geologica Regionale)
-  Zone allagate per fenomeni connessi alla rete idrografica minore e/o fognaria (da rilevazione Uffici Tecnici Comunali)
-  Zone allagate a motivo del cattivo funzionamento del sistema fognario (da rilevazione Uffici Tecnici Comunali)
- 1.0** Altezza in metri raggiunta dalle acque di inondazione riferibili al piano campagna precedente l'evento, misurata in base alle tracce su edifici, manufatti o alberi o ricostruita in base a testimonianze dirette

### ALLUVIONE 5-6 NOVEMBRE 1994

(Città di Settimo torinese - Aggiornamento mappa delle zone del territorio comunale allagate - Ing. Aldo Gervasio)

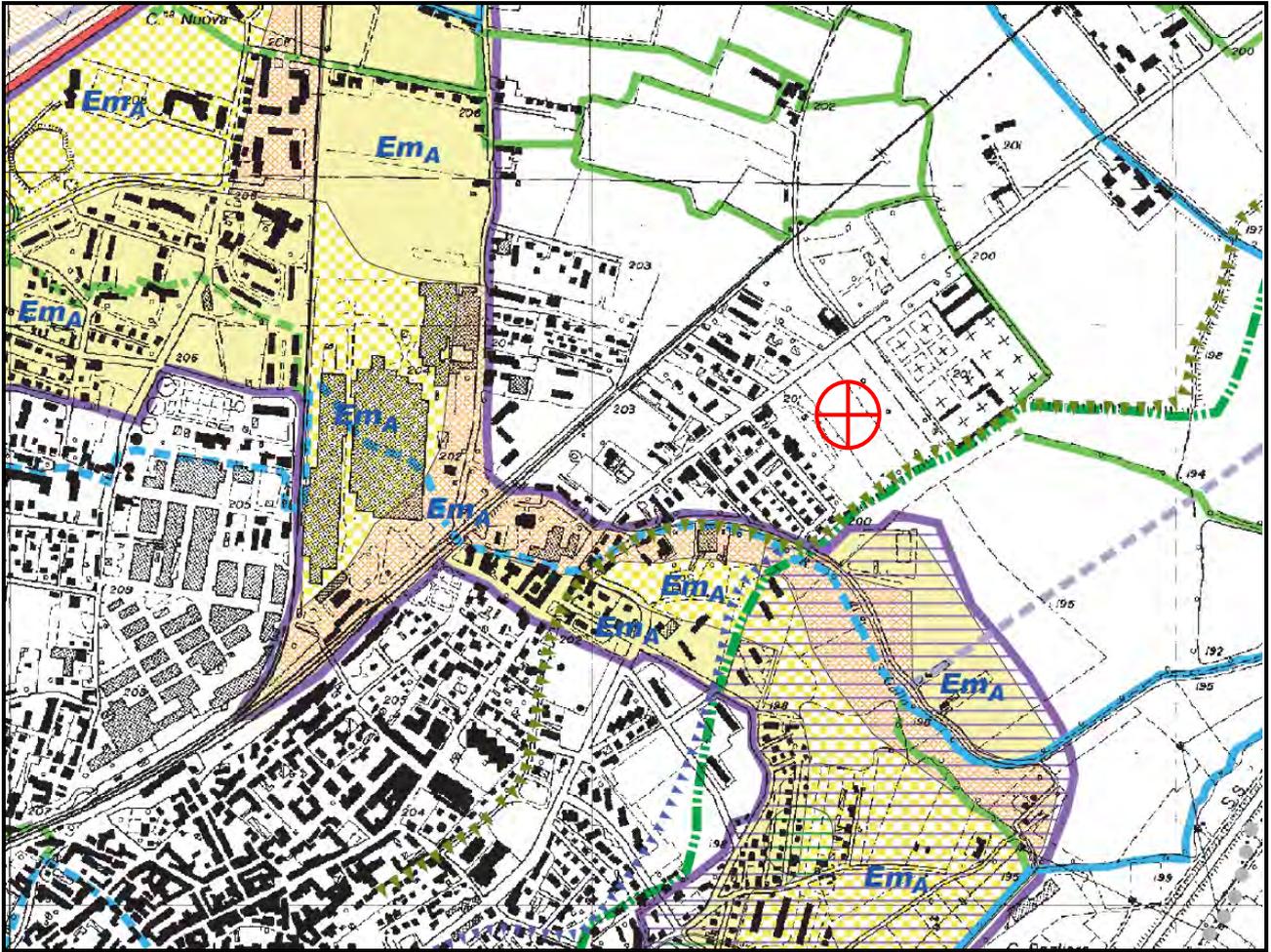
-  Aree dichiarate non alluvionate
-  Livello medio di piena raggiunto: 10 cm
-  Livello medio di piena raggiunto: 20 cm
-  Livello medio di piena raggiunto: 30 cm
-  Livello medio di piena raggiunto: 40 cm
-  Livello medio di piena raggiunto in cm

### DISSESTI LEGATI ALLA DINAMICA FLUVIALE E TORRENTIZIA

-  Processo areale di intensità media/moderata
-  Processo areale di intensità elevata

### CIGLIO E SCARPATA DI TERRAZZO FLUVIALE

-  pertinente all'unità riconducibile alla Stura di Lanzo
-  pertinente alle unità riconducibili al Po





# COMUNE DI SETTIMO TORINESE

- PROVINCIA DI TORINO -

## VARIANTE STRUTTURALE N. 24 AL P.R.G.C.

(ai sensi della L.R. 56/77 e s.m.i., art 7, comma 4 e della L.R. 1/2007)

*PROGETTO DEFINITIVO*

ELABORATI GEOLOGICI

### CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'USO URBANISTICO

TAVOLA

**5**

SCALA

**1 : 10.000**

**marzo 2012**

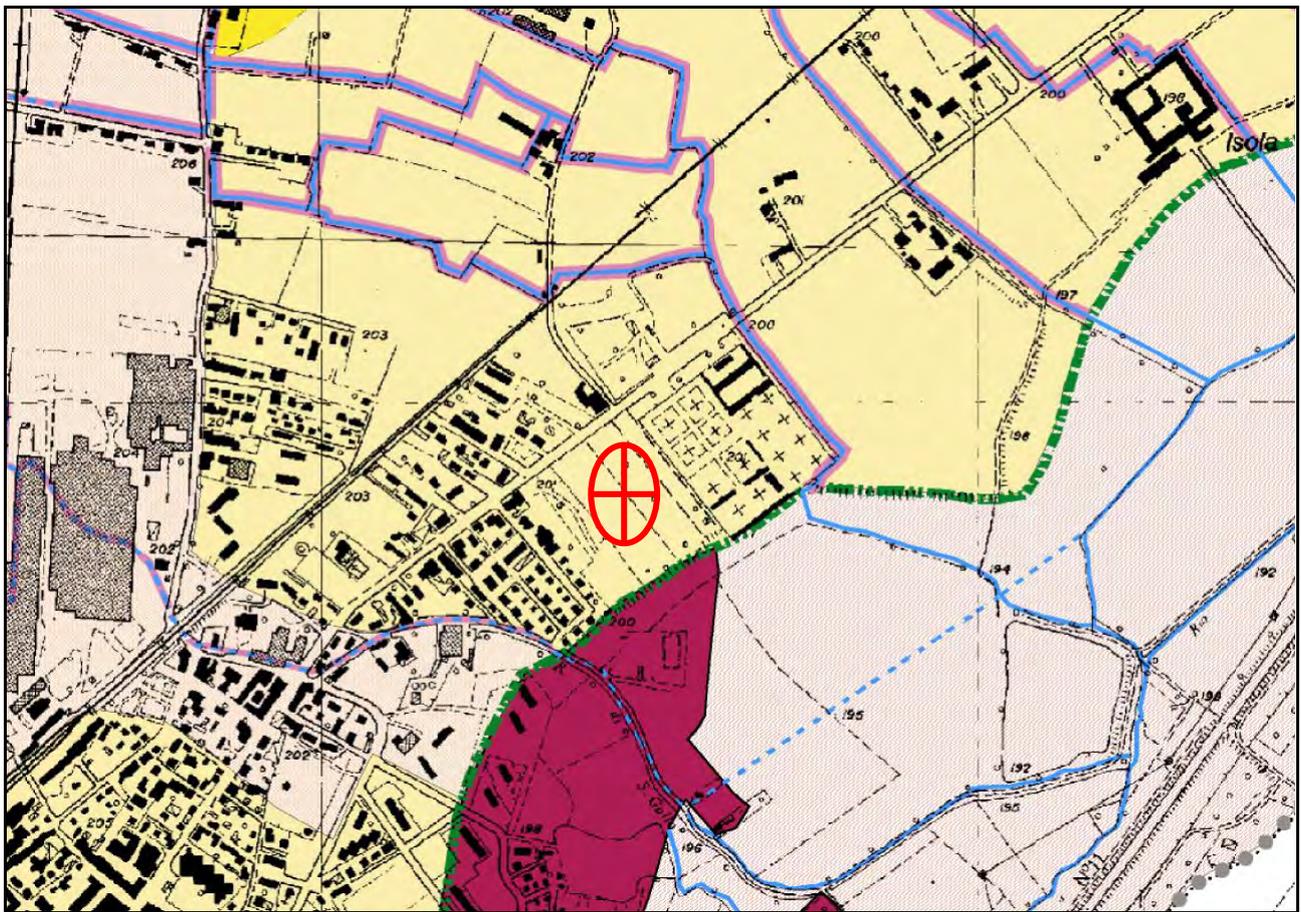
dott. geol. Renata De Vecchi Pellati



**GEOENGINEERING** ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI - GEOLOGIA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA STUDI TERRITORIALI E AMBIENTALI

dott. geol. Renata De Vecchi Pellati dott. geol. Alberto Strona

TORINO via Cibrario, 68 - Tel. 011 4814122 - Fax 011 4304698 - email [posta@geoengineeringstudio.it](mailto:posta@geoengineeringstudio.it)



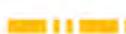
	PERICOLOSITA' GEOLOGICA	PRESCRIZIONI PER L'USO URBANISTICO-EDILIZIO
<b>C L A S S E</b>  <b>II</b>	<b>AMBITI CARATTERIZZATI DA CONDIZIONI DI MODERATA PERICOLOSITA' GEOLOGICA</b>	<p style="text-align: center;"><b>AREE CON MODERATE LIMITAZIONI URBANISTICHE</b></p> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><b>Sottoclasse II1</b> - Ogni nuova realizzazione deve essere preceduta da una indagine geologico-technica, come prevista dal D.M. 11/03/88 congiuntamente al D.M. 14/01/2008 specificatamente indirizzata all'accertamento del quadro locale, alla caratterizzazione geotechnica dei materiali, agli aspetti legati alla falda idrica e al drenaggio superficiale.</p> </div> <p><b>Sottoclasse II2</b> - Aree con limitazioni riconducibili alla presenza di una falda idrica superficiale. Ogni nuovo intervento deve essere valutato alla luce di una specifica indagine che accerti il quadro idrogeologico locale, soprattutto in relazione alla profondit� della falda freatica, all'entit� della sua massima escursione, all'andamento del reticolo idrografico di superficie e alle locali modalit� della circolazione ipodermica.</p> <p>L'eventuale realizzazione di piani interrati deve essere subordinata all'adozione di un franco, non inferiore al metro, tra la quota pi� bassa prevista per il piano interrato e il livello di massima escursione positiva della falda. Fatta salva l'adozione di soluzioni tecniche atte a superare la limitazione esistente ed esplicitate a livello di progetto, nonch� la predisposizione di un atto liberatorio.</p>

# PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

D.P.C.M. 24/05/2001

- VARIANTE DELLE FASCE FLUVIALI DEL FIUME PO -  
(Deliberazione n° 11/2003)

Foglio 156 sez. IV - Settimo Torinese  
PO - 41 Stura di Lanzo - 02

-  Limite tra la Fascia A e la Fascia B
-  Limite tra la Fascia B e la Fascia C
-  Limite esterno della Fascia C
-  Limite di Progetto tra la Fascia B e la Fascia C

## FASCE DI SALVAGUARDIA DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE



Nel caso in cui il rio non risulti compreso nell'ambito della classe III si deve intendere associata a quest'ultimo una fascia di salvaguardia di ampiezza pari a 10 metri misurata da entrambe le sponde (5 metri nei tratti interrati, misurati dall'asse del manufatto), salvo come diversamente indicato in cartografia.

Per quanto concerne le relative prescrizioni d'uso edilizio si fa riferimento alle seguenti classi di idoneità urbanistica:

*aree non edificate* - classe IIIa1

*aree edificate* - classe IIIb3 (vedi norma)

## RETE IDROGRAFICA SECONDARIA

-  Tratto a cielo aperto
-  Tratto interrato

## SCOLMATORI / RETE DRENAGGIO IN PROGETTO

-  Tratto a cielo aperto
-  Tratto interrato



Bacino di laminazione in progetto



**PROVINCIA DI TORINO**  
 AREA AMBIENTE, PARCHI, RISORSE IDRICHE E TUTELA DELLA FAUNA  
 Direttore: F. Pavone  
 Servizio Gestione Risorse Idriche  
 P. Faliero, C. Ferrero, V. Latagliata, G. Massazza

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO**  
 DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA  
 G. Bortolami, D.A. De Luca, L. Masciocco,  
 A. Morelli di Popolo e Ticineto



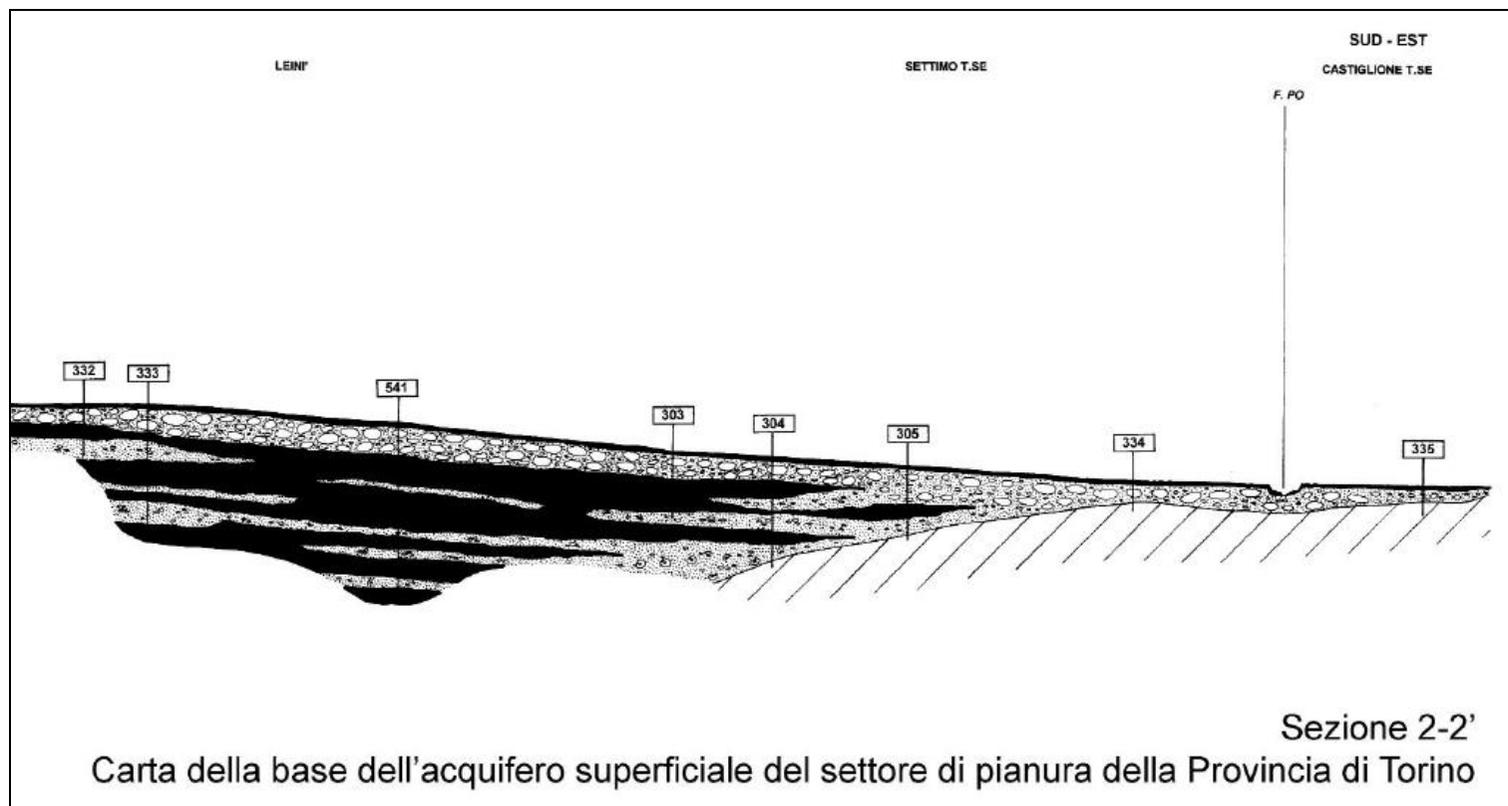
**UBICAZIONE DELLE STRATIGRAFIE UTILIZZATE PER LA RICOSTRUZIONE LITOSTRATIGRAFICA  
 E TRACCE DELLE SEZIONI**

Data di stampa: Ottobre 2002



**Legenda delle sezioni litostratigrafiche**

	Sabbia		Ciottoli		Argille e/o limi		Stratigrafia con relativo codice
	Ghiaia		Ghiaie e ciottoli parzialmente cementati		Fossili		

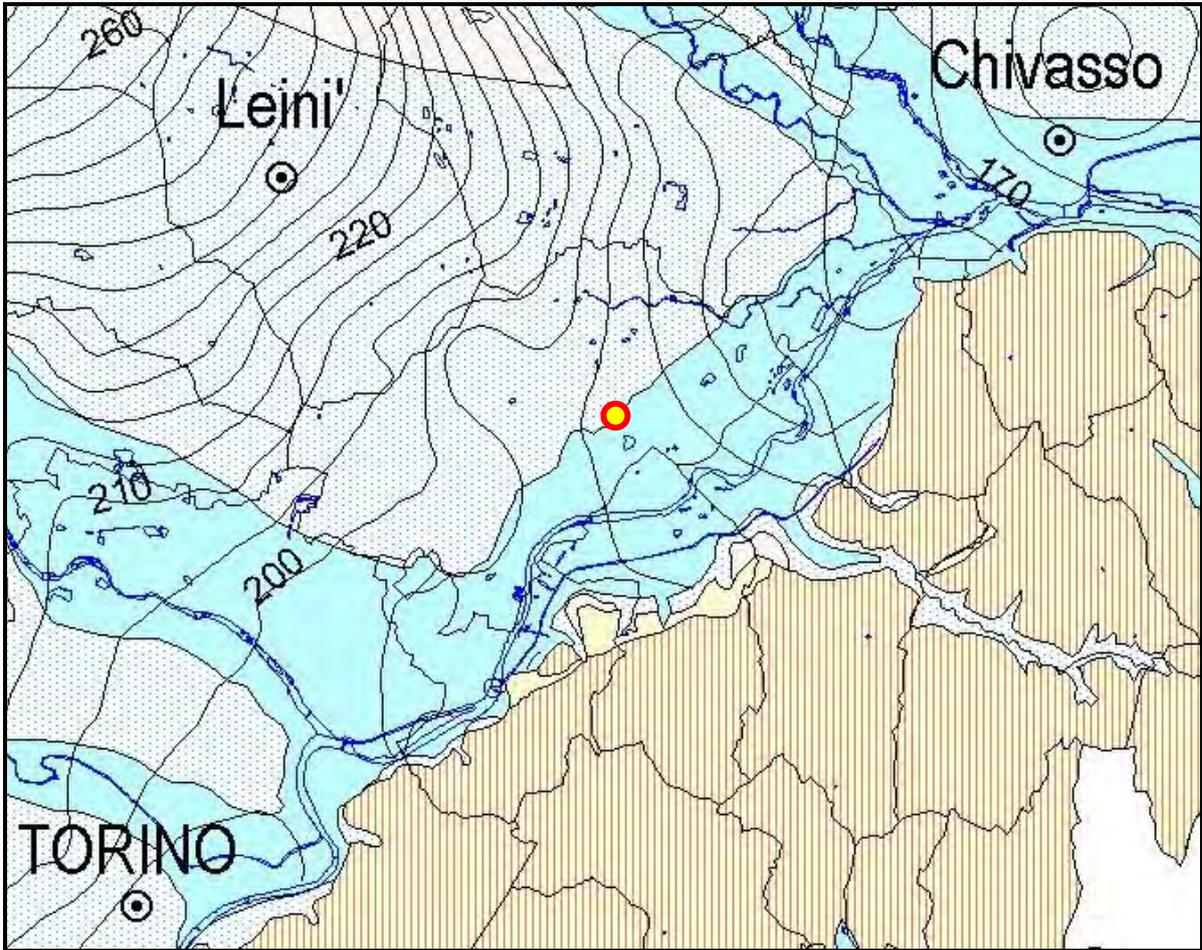


*Data di stampa: Ottobre 2002*

**LEGENDA**

	Depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi poco o per nulla alterati. Depositi lacustri torbosi. (Pleistocene sup. - Olocene)
	Depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi debolmente alterati (Pleistocene medio p.p.)
	Depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi sensibilmente alterati e depositi villafranchiani (Pliocene medio - Pleistocene medio p.p.)
	Depositi glaciali con alterazione variabile (Pleistocene medio - superiore)
	Sabbie e conglomerati marini (Pliocene inferiore - medio)
	Argille e marne argillose gessifere, gessi (Miocene superiore - Pliocene inferiore)
	Depositi marini terrigeni (Eocene - Miocene)
	Rocce carbonatiche (Eocene - Cretaceo)
	Rocce cristalline

— 240 Linee di uguale quota della base dell'acquifero superficiale (m s.l.m.) equidistanza 5 m



REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI TORINO

COMUNE DI SETTIMO TORINESE

## STUDIO IDROGEOLOGICO SULLA PRIMA FALDA SUPERFICIALE

### CARTA DELLA SOGGIACENZA DELLA PRIMA FALDA SUPERFICIALE

scala 1:10.000

geol. Giuseppe Genovese    geol. Fabrizio Gale    geol. Pietro Camparico

**genovese & associati**

studio di geologie applicata  
via Camogli 10 - 10134 TORINO  
tel./fax 011-3199507  
e-mail genovese@iol.it  
p.iva 07282110019

Legenda:

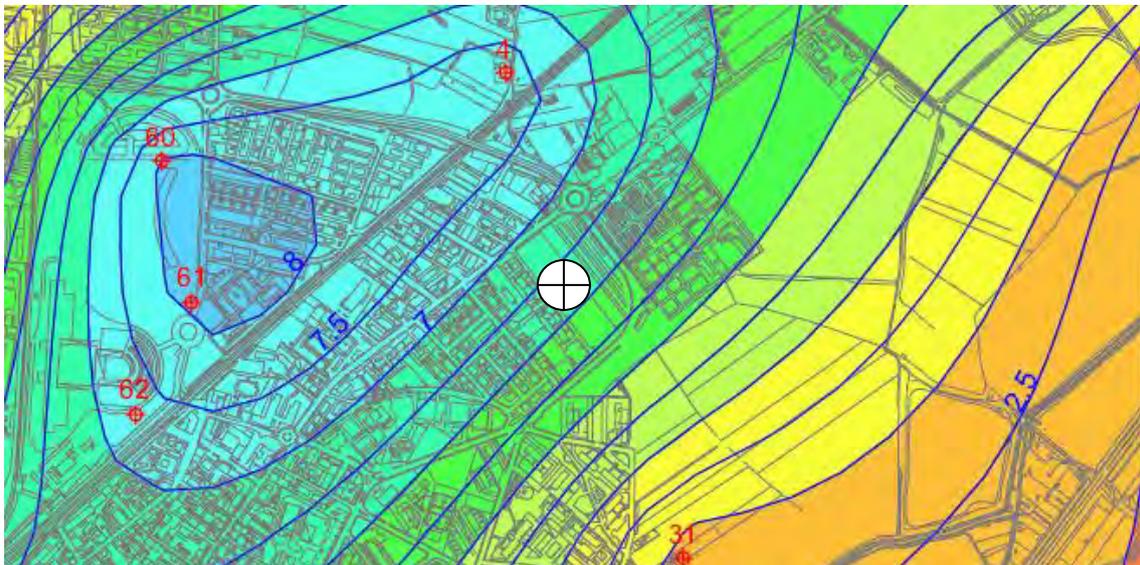
Campi di soggiacenza minima in m

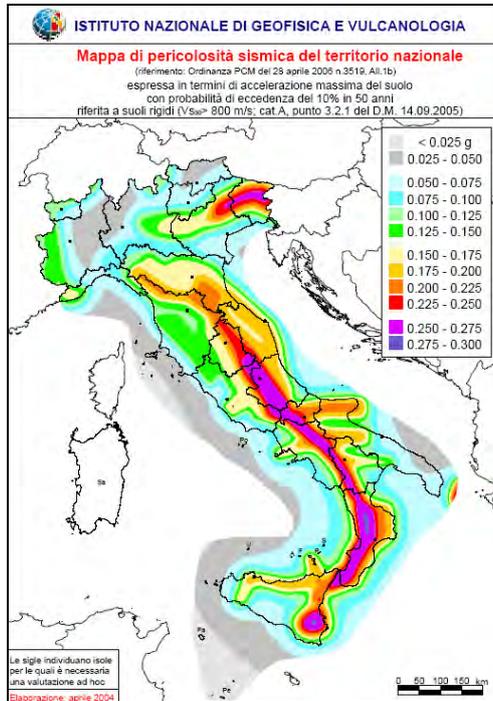


Linee di ugual soggiacenza  
con equidistanza 0,5 m

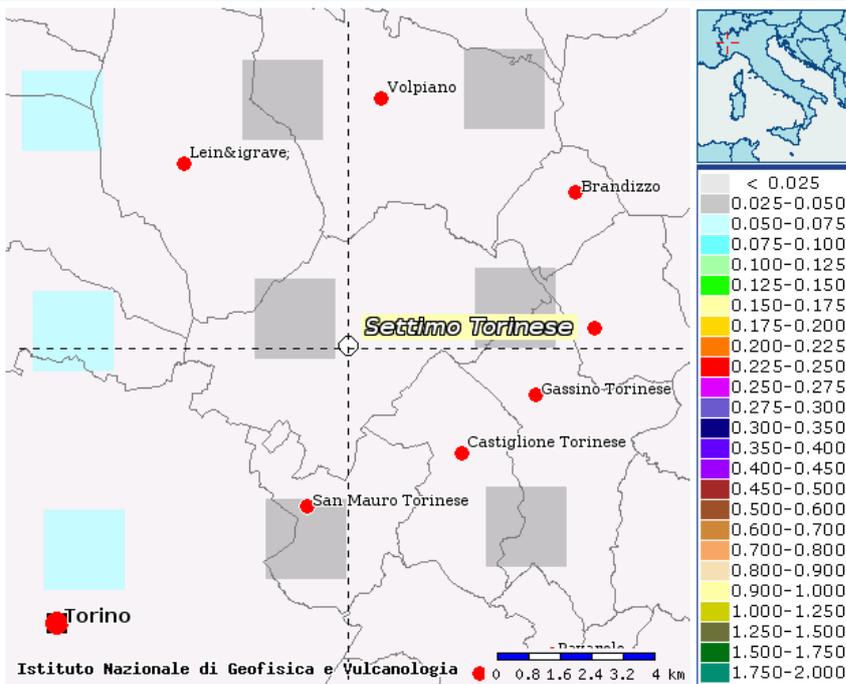


Pozzi misurati



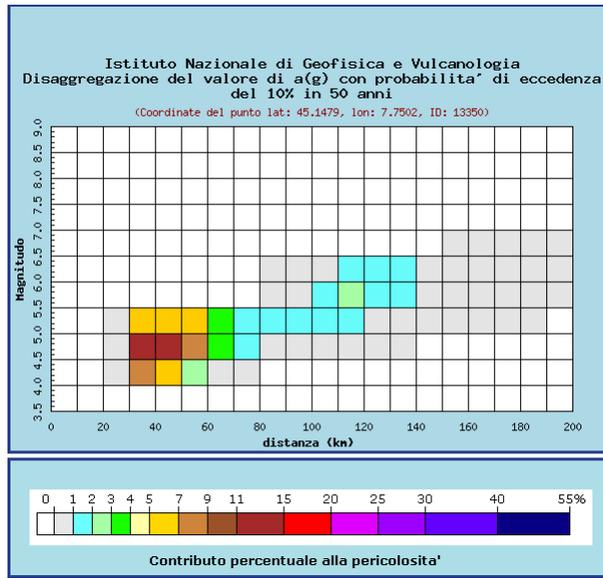


## Mappe interattive di pericolosità sismica



### Selezione mappa

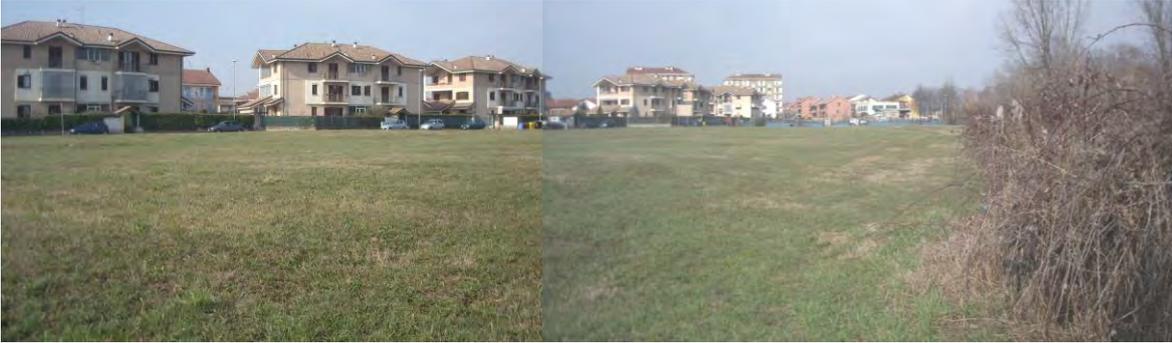
<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	a(g) <input type="button" value="v"/>	10% <input type="button" value="v"/>	50 <input type="button" value="v"/>	0.50 <input type="button" value="v"/>



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.1479, lon: 7.7502, ID: 13350)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.248	0.401	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	7.480	13.300	6.570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	5.550	11.500	6.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	2.830	7.270	5.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.905	3.660	3.410	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.041	1.110	1.840	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.364	1.210	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.153	1.030	0.482	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.176	1.270	1.740	0.991	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.116	1.230	2.260	1.660	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.028	0.836	1.940	1.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.001	0.406	1.290	1.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.128	0.543	0.532	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.029	0.149	0.164	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.005	0.043	0.045	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.002	0.029	0.033	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.025	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.029	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.010	61.600	1.840

## ALLEGATO FOTOGRAFICO



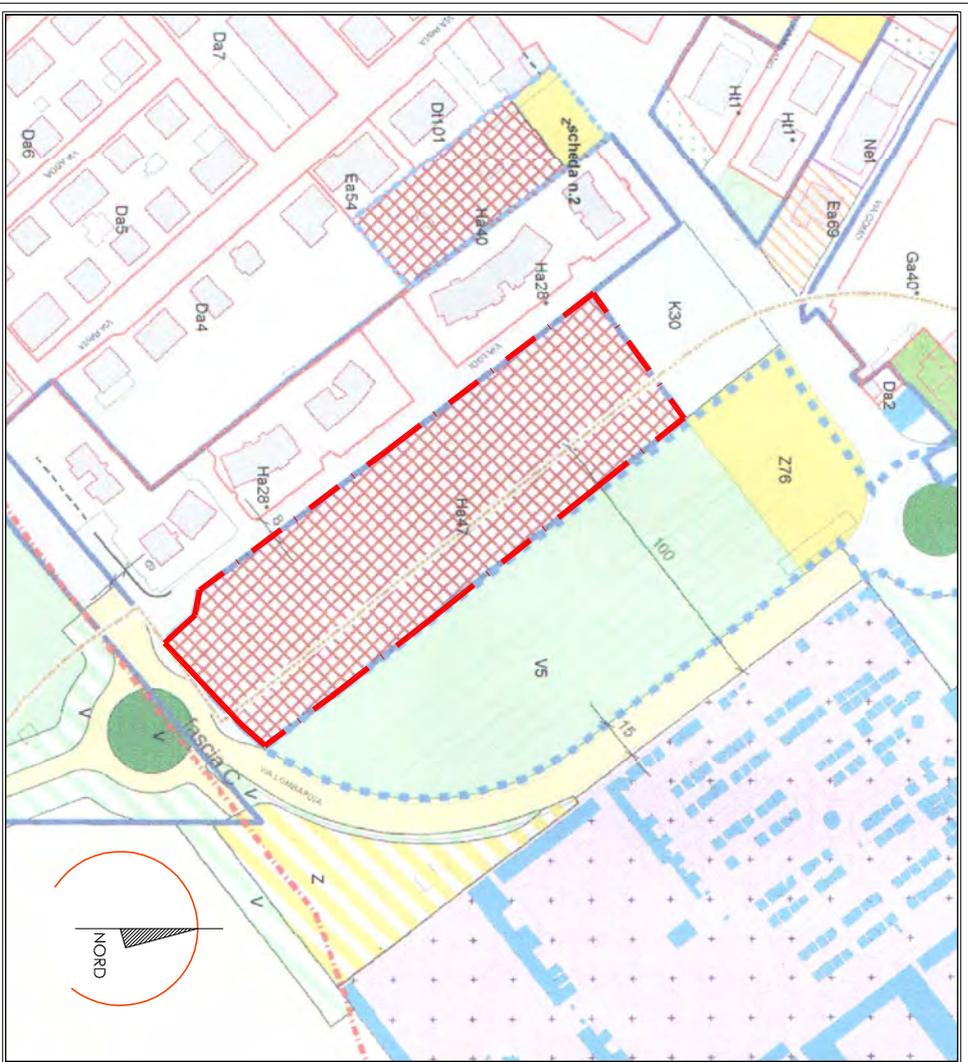
**RIPRESA DEL SITO DA SE**



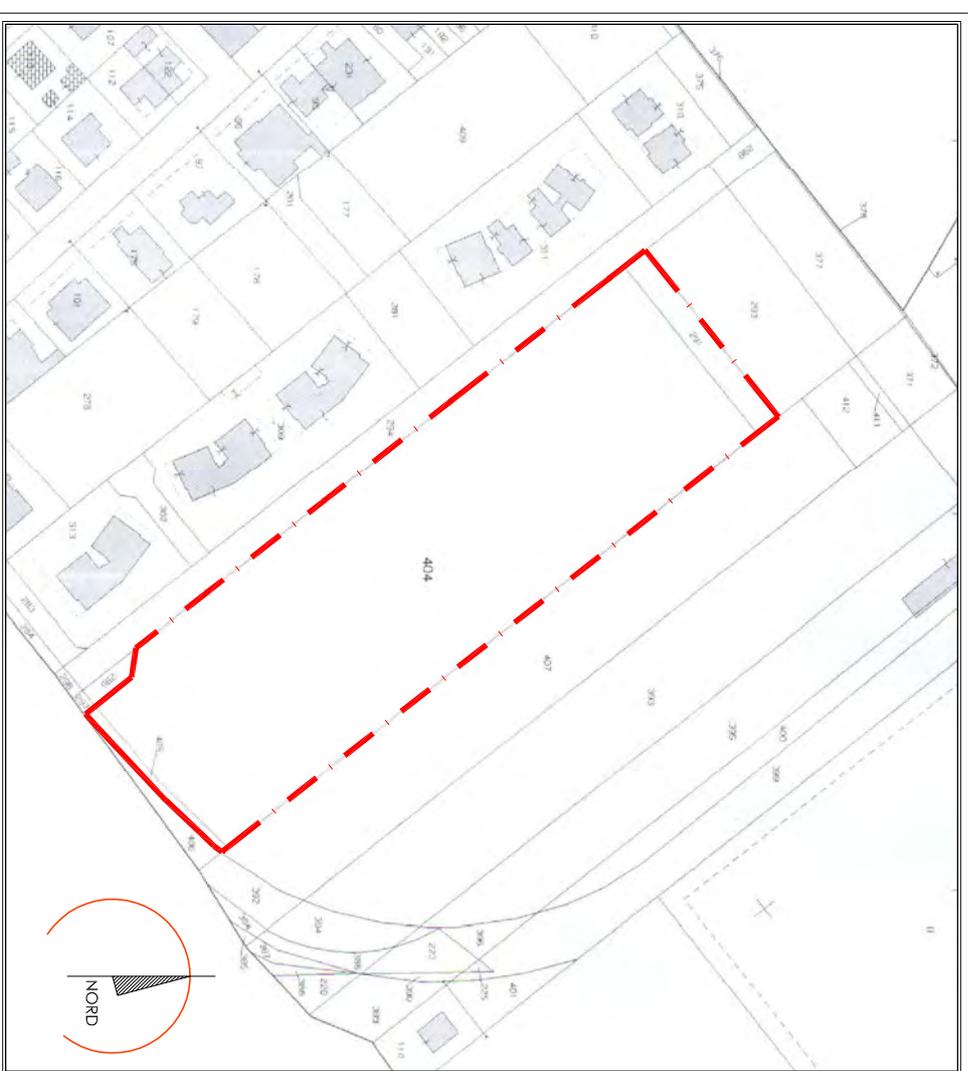
**RIPRESA DEL SITO – IN PRIMO PIANO ONDULAZIONI DELLA SUPERFICIE**



**RIPRESA DELLA SCARPATA A S DEL SITO**



ESTRATTO PRGC VARIANTE 29 - AREA HQ47  
TAV 3.1.1 NORD scdla 1 : 2000



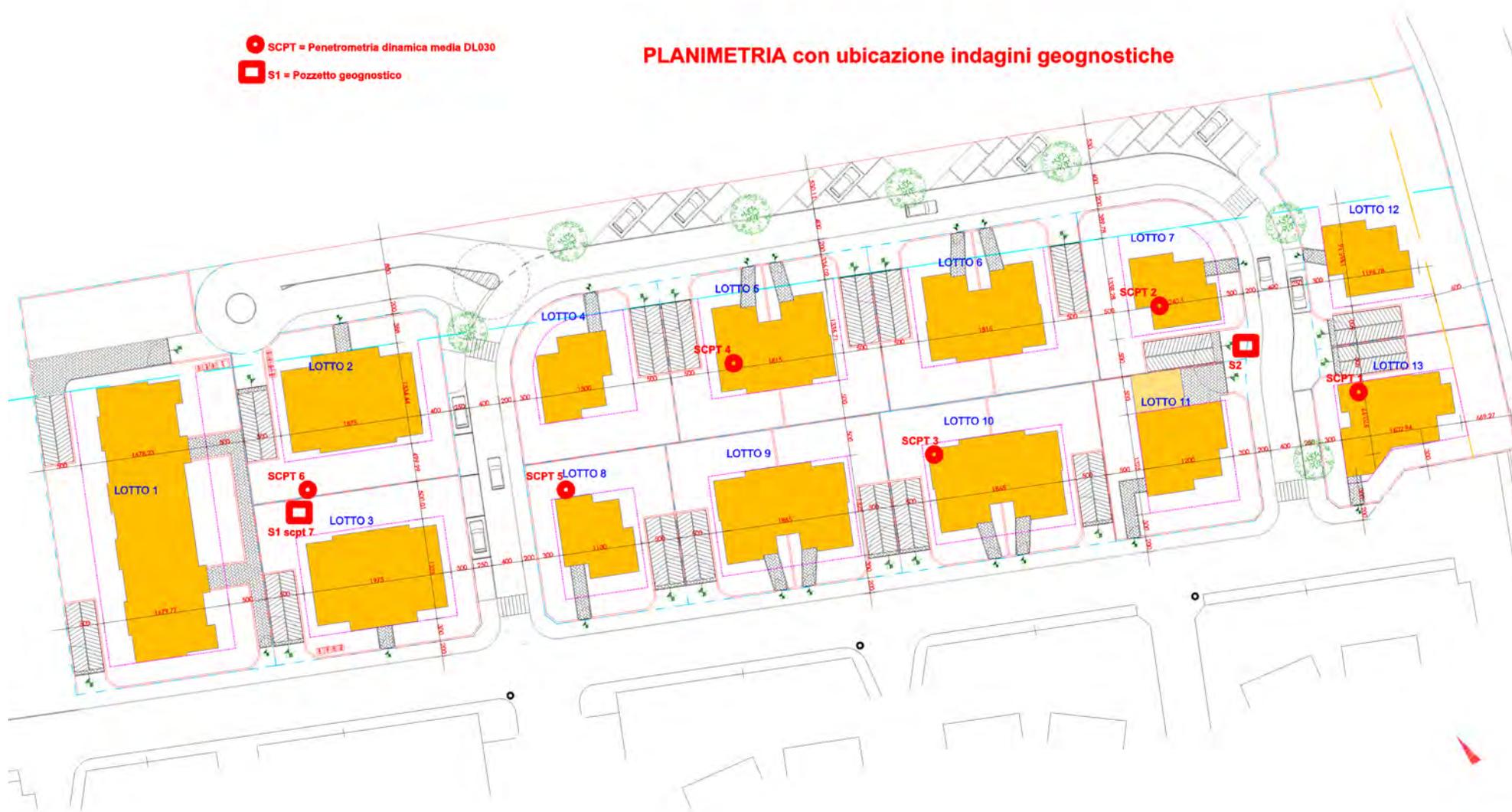
ESTRATTO CATASTALE - FG 23 - MAPP. 291-404-405 scdla 1 : 1500

VIA LODI ANGOLO VIA MILANO - SETTIMO T. SE



- SCPT = Penetrometria dinamica media DL030
- S1 = Pozzetto geognostico

### PLANIMETRIA con ubicazione indagini geognostiche



## ALLEGATO FOTOGRAFICO



POZZETTO GEOGNOSTICO S1

## ALLEGATO FOTOGRAFICO



POZZETTO GEOGNOSTICO S2

Committente	Orchidea Immobiliare	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	PEC residenziale Ha 47	<b>1</b>	
Località	Settimo T.se, Via Lodi	<b>QUOTA</b>	
Data Inizio	14.03.2013	Data Fine	14.03.2013
			Il geologo <b>Mauro Mulè</b>

Scala 1:20	Stratigrafia	Descrizione	Profondita'	Falda	Campioni
0.1		Terreno vegetale limoso sabbioso bruno			
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0		Ghiaia e sabbia bruna-grigiastra, debolmente limosa, con livelli sabbiosi stratificati, mediamente addensata. con ciottoli silicatici e di pietre verdi arrotondati (diam. med 4 - 8 cm)..	0.90		
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.0					
2.2		Sabbia ghiaiosa pulita grigia..	2.20		
2.3					
2.4					
2.5					
2.6					
2.7					
2.8					
2.9					
3.0		Ghiaia e sabbia grigiastra, con livelli sabbiosi stratificati, mediamente addensata. con ciottoli silicatici e di pietre verdi arrotondati (diam. med 6 cm)..	2.90		
3.1					
3.2					
3.3					
3.4					
3.5					
3.6					
3.7					
3.8					
3.9					
4.0					
4.1					
4.2					
			4.20		

Committente	Orchidea Immobiliare	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	PEC residenziale Ha 47	2	
Località	Settimo T.se, Via Lodi		
Data Inizio	14.03.2013	QUOTA	
		Data Fine	14.03.2013
			Il geologo Mauro Mulè

Scala 1:20	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Falda	Campioni	
0.1		Terreno vegetale limoso sabbioso bruno rimaneggiato con resti lateritici e ghiaia.				
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3		Ghiaia e sabbia bruna limosa, mediamente addensata. con ciottoli silicatici e di pietre verdi arrotondati (diam. med 4 - 8 cm)..	1.20			
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1			Ghiaia e sabbia grigiastra, con livelli sabbiosi stratificati, mediamente addensata. con ciottoli silicatici e di pietre verdi arrotondati (diam. med 6 cm)..	2.00		
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
3.0						
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
3.5						
3.6						
3.7						
3.8						
3.9						
4.0						
4.1						
4.2						
4.3			4.30			

Sondaggio con pala meccanica

## ALLEGATO FOTOGRAFICO



SCPT 2



SCPT 3



SCPT 4



SCPT 5



SCPT 6

**PENETROMETRIE DINAMICHE MEDIE DL030**

**PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DL-30 (60°)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : DL-30 (60°)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 18,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,73 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 6,00 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t N$ )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm <sup>2</sup> = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10.197 kg/cm <sup>2</sup>
1 bar = 1.0197 kg/cm <sup>2</sup> = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**n° 1**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	—	—	—	1	0,60 - 0,70	35	124,2	—	1
0,10 - 0,20	5	17,7	—	1	0,70 - 0,80	33	117,1	—	1
0,20 - 0,30	2	7,1	—	1	0,80 - 0,90	42	141,4	—	2
0,30 - 0,40	2	7,1	—	1	0,90 - 1,00	50	168,4	—	2
0,40 - 0,50	23	81,6	—	1	1,00 - 1,10	58	195,3	—	2
0,50 - 0,60	15	53,2	—	1	1,10 - 1,20	80	269,4	—	2

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
~~M (massa battente) = 30,00 kg~~ - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = **N(10)** [  $\delta = 10$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

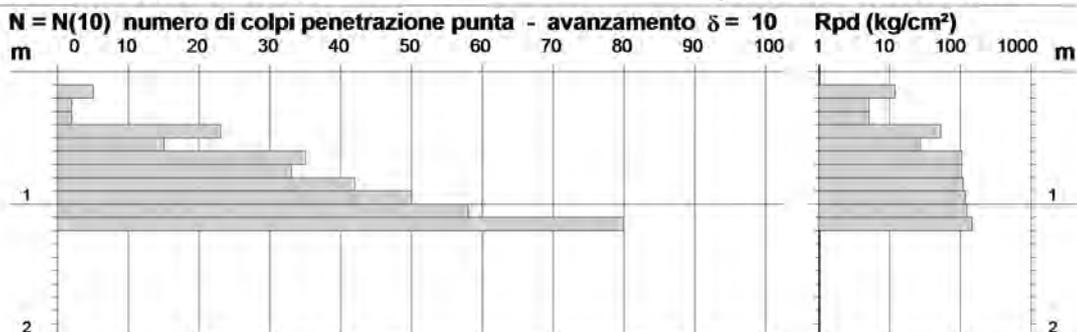
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
- **M (massa battente) = 30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
- Numero Colpi Punta **N = N(10)** [  $\delta = 10$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**n° 1**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,40	N	2,3	0	5	1,1	—	—	—	2	0,77	2
			Rpd	8,0	0	18	4,0	—	—	—			
2	0,40	0,80	N	26,5	15	35	20,8	—	—	—	26	0,77	20
			Rpd	94,0	53	124	73,6	—	—	—			
3	0,80	1,20	N	57,5	42	80	49,8	—	—	—	39	0,77	30
			Rpd	193,6	141	269	167,5	—	—	—			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 0,77) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.40	Limo Sabbioso	2	—	—	—	—	—	0.13	1.75	47	1.267
2	0.40	0.80	Sabbia e Ghiaia	20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	—	—	—	—
3	0.80	1.20	Ghiaia e Sabbia con Ciottoli	30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**n° 2**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	1	3,5	—	1	0,80 - 0,90	23	77,4	—	2
0,10 - 0,20	1	3,5	—	1	0,90 - 1,00	51	171,7	—	2
0,20 - 0,30	5	17,7	—	1	1,00 - 1,10	42	141,4	—	2
0,30 - 0,40	4	14,2	—	1	1,10 - 1,20	41	138,0	—	2
0,40 - 0,50	3	10,6	—	1	1,20 - 1,30	52	175,1	—	2
0,50 - 0,60	3	10,6	—	1	1,30 - 1,40	66	222,2	—	2
0,60 - 0,70	20	71,0	—	1	1,40 - 1,50	80	269,4	—	2
0,70 - 0,80	15	53,2	—	1					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
 - M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = **N(10)** [  $\delta = 10$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

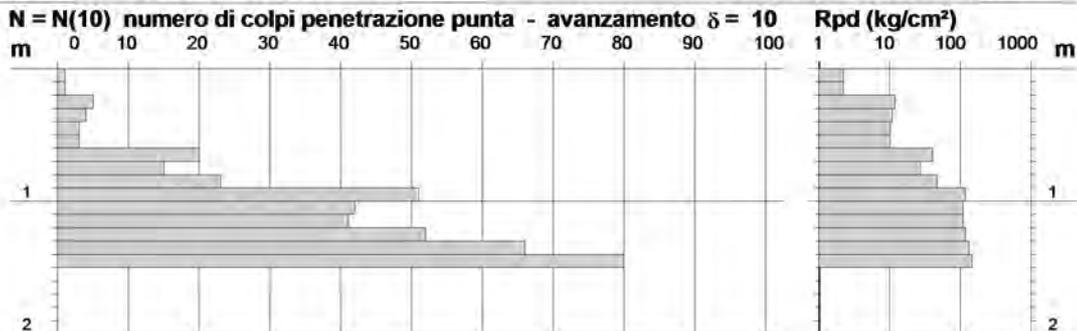
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
- **M (massa battente) = 30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
- Numero Colpi Punta **N = N(10)** [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 2

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,60	N	2,8	1	5	1,9	1,6	1,2	4,4	3	0,77	2
			Rpd	10,1	4	18	6,8	5,7	4,4	15,7			
2	0,60	0,90	N	19,3	15	23	17,2	—	—	—	15	0,77	11
			Rpd	67,2	53	77	60,2	—	—	—			
3	0,90	1,50	N	55,3	41	80	48,2	15,1	40,3	70,4	39	0,77	30
			Rpd	186,3	138	269	162,2	50,7	135,6	237,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 0,77) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.60	Limo Sabbioso	2	—	—	—	—	—	0.13	1.75	47	1.267
2	0.60	0.90	Sabbia e Ghiaia	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	—	—	—	—
3	0.90	1.50	Ghiaia e Sabbia con Ciottoli	30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**n° 3**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	2	7,1	—	1	1,00 - 1,10	37	124,6	—	2
0,10 - 0,20	2	7,1	—	1	1,10 - 1,20	30	101,0	—	2
0,20 - 0,30	3	10,6	—	1	1,20 - 1,30	28	94,3	—	2
0,30 - 0,40	4	14,2	—	1	1,30 - 1,40	25	84,2	—	2
0,40 - 0,50	12	42,6	—	1	1,40 - 1,50	38	127,9	—	2
0,50 - 0,60	12	42,6	—	1	1,50 - 1,60	38	127,9	—	2
0,60 - 0,70	10	35,5	—	1	1,60 - 1,70	27	90,9	—	2
0,70 - 0,80	24	85,2	—	1	1,70 - 1,80	71	239,1	—	2
0,80 - 0,90	21	70,7	—	2	1,80 - 1,90	80	256,3	—	3
0,90 - 1,00	34	114,5	—	2					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
 - M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = **N(10)** [  $\delta = 10$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

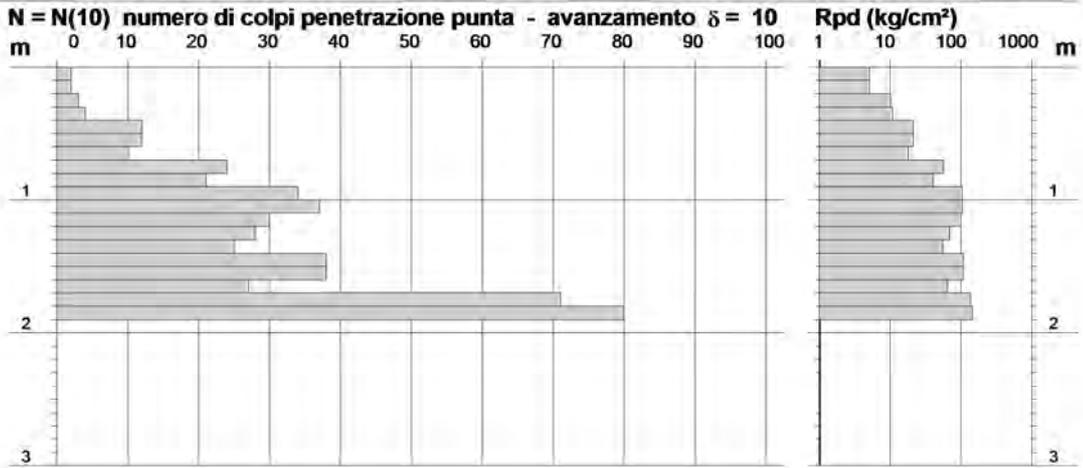
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**n° 3**

Scala 1: 50

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
 - M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = **N(10)** [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**n° 3**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,40	N	2,8	2	4	2,4	—	—	—	3	0,77	2
			Rpd	9,8	7	14	8,4	—	—	—			
2	0,40	0,90	N	15,8	10	24	12,9	—	—	—	15	0,77	11
			Rpd	55,3	36	85	45,4	—	—	—			
3	0,90	1,70	N	32,1	25	38	28,6	5,3	26,8	37,4	26	0,77	20
			Rpd	108,2	84	128	96,2	17,8	90,4	125,9			
4	1,70	1,90	N	75,5	71	80	73,3	—	—	—	39	0,77	30
			Rpd	247,7	239	256	243,4	—	—	—			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 0,77) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	φ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.40	Limo Sabbioso	2	—	—	—	—	—	0.13	1.75	47	1.267
2	0.40	0.90	Sabbia ghiaiosa	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	—	—	—	—
3	0.90	1.70	Ghiaia e Sabbia	20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	—	—	—	—
4	1.70	1.90	Ciottoli	30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

DR % = densità relativa φ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**n° 4**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	2	7,1	—	1	0,70 - 0,80	3	10,6	—	1
0,10 - 0,20	1	3,5	—	1	0,80 - 0,90	3	10,1	—	2
0,20 - 0,30	1	3,5	—	1	0,90 - 1,00	4	13,5	—	2
0,30 - 0,40	2	7,1	—	1	1,00 - 1,10	4	13,5	—	2
0,40 - 0,50	3	10,6	—	1	1,10 - 1,20	10	33,7	—	2
0,50 - 0,60	6	21,3	—	1	1,20 - 1,30	36	121,2	—	2
0,60 - 0,70	3	10,6	—	1	1,30 - 1,40	80	269,4	—	2

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
 - M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = **N(10)** [  $\delta = 10$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**n° 4**

Scala 1: 50

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
- **M (massa battente) = 30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
- Numero Colpi Punta **N = N(10)** [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**n° 4**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA								VCA	β	Nspt
			M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s				
1	0,00 1,10	N	2,9	1	6	2,0	1,4	1,5	4,4	3	0,77	2	
		Rpd	10,1	4	21	6,8	5,0	5,1	15,2	10			
2	1,10 1,40	N	42,0	10	80	26,0	—	—	—	39	0,77	30	
		Rpd	141,4	34	269	87,5	—	—	—	131			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)  
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 0,77)    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.10	Limo Sabbioso	2	—	—	—	—	—	0.13	1.75	47	1.267
2	1.10 1.40	Ghiaia e Sabbia con Ciottoli	30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

DR % = densità relativa    ϕ' (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm²) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**n° 5**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	3	10,6	—	1	0,90 - 1,00	23	77,4	—	2
0,10 - 0,20	10	35,5	—	1	1,00 - 1,10	28	94,3	—	2
0,20 - 0,30	16	56,8	—	1	1,10 - 1,20	28	94,3	—	2
0,30 - 0,40	9	31,9	—	1	1,20 - 1,30	36	121,2	—	2
0,40 - 0,50	9	31,9	—	1	1,30 - 1,40	42	141,4	—	2
0,50 - 0,60	3	10,6	—	1	1,40 - 1,50	63	212,1	—	2
0,60 - 0,70	2	7,1	—	1	1,50 - 1,60	71	239,1	—	2
0,70 - 0,80	10	35,5	—	1	1,60 - 1,70	80	269,4	—	2
0,80 - 0,90	9	30,3	—	2					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**

- M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(10)** [  $\delta = 10$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

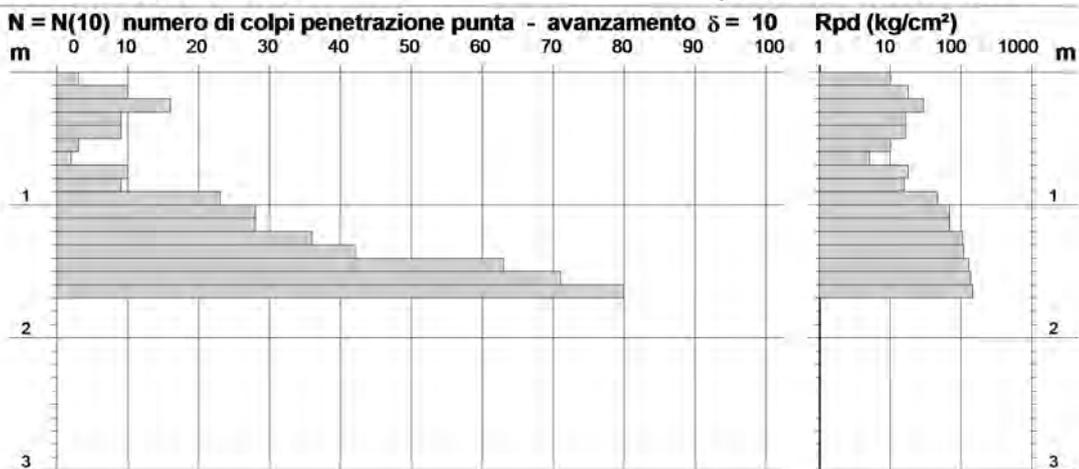
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 5

Scala 1: 50

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
- **M (massa battente) = 30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
- Numero Colpi Punta **N = N(10)** [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**n° 5**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,90	N	7,9	2	16	4,9	4,5	3,4	12,4	5	0,77	4
			Rpd	27,8	7	57	17,5	15,9	11,9	43,7			
2	0,90	1,40	N	31,4	23	42	27,2	—	—	—	27	0,77	21
			Rpd	105,7	77	141	91,6	—	—	—			
3	1,40	1,70	N	71,3	63	80	67,2	—	—	—	39	0,77	30
			Rpd	240,2	212	269	226,2	—	—	—			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)

$\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta = 0,77$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 10$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\sigma'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.90	Materiali inerti	4	—	—	—	—	—	0.25	1.80	42	1.125
2	0.90	1.40	Ghiaia e Sabbia con Ciottoli	21	51.5	33.3	353	2.00	1.60	—	—	—	—
3	1.40	1.70	Ciottoli	30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 10$  cm)

DR % = densità relativa  $\sigma'$  (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**n° 6**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	3	10,6	—	1	1,10 - 1,20	9	30,3	—	2
0,10 - 0,20	2	7,1	—	1	1,20 - 1,30	12	40,4	—	2
0,20 - 0,30	3	10,6	—	1	1,30 - 1,40	11	37,0	—	2
0,30 - 0,40	10	35,5	—	1	1,40 - 1,50	14	47,1	—	2
0,40 - 0,50	30	106,4	—	1	1,50 - 1,60	25	84,2	—	2
0,50 - 0,60	29	102,9	—	1	1,60 - 1,70	52	175,1	—	2
0,60 - 0,70	20	71,0	—	1	1,70 - 1,80	45	151,5	—	2
0,70 - 0,80	14	49,7	—	1	1,80 - 1,90	42	134,5	—	3
0,80 - 0,90	11	37,0	—	2	1,90 - 2,00	60	192,2	—	3
0,90 - 1,00	12	40,4	—	2	2,00 - 2,10	80	256,3	—	3
1,00 - 1,10	8	26,9	—	2					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**

- M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(10)** [  $\delta = 10$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

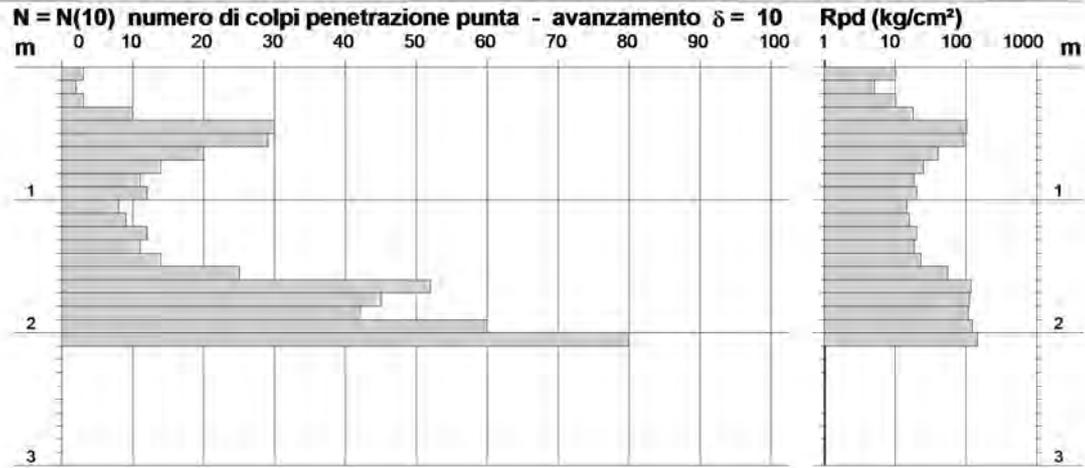
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**n° 6**

Scala 1: 50

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
- **M (massa battente) = 30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
- Numero Colpi Punta **N = N(10)** [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**n° 6**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,50	N	12,5	2	30	7,3	8,3	4,2	20,9	9	0,77	7
		Rpd	43,5	7	106	25,3	29,8	13,8	73,3			
2	1,50 2,10	N	50,7	25	80	37,8	18,5	32,1	69,2	39	0,77	30
		Rpd	165,6	84	256	124,9	58,0	107,6	223,6			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)  
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 0,77)    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	φ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.50	Materiali inerti	7	—	—	—	—	—	0.44	1.86	36	0.972
		Ghiaia e Sabbia con Ciottoli	30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	—	—	—	—
2	1.50 2.10											

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 10 cm)

DR % = densità relativa    φ' (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm²) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**n° 7**

- indagine : Orchidea Immobiliare  
- cantiere : PEC residenziale  
- località : Settimo T.se via Lodi  
- note : 0 = rimaneggiato; 80 = rifiuto

- data : 11/03/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	—	—	—	1	2,60 - 2,70	0	0,0	—	3
0,10 - 0,20	—	—	—	1	2,70 - 2,80	0	0,0	—	3
0,20 - 0,30	—	—	—	1	2,80 - 2,90	0	0,0	—	4
0,30 - 0,40	—	—	—	1	2,90 - 3,00	0	0,0	—	4
0,40 - 0,50	—	—	—	1	3,00 - 3,10	0	0,0	—	4
0,50 - 0,60	—	—	—	1	3,10 - 3,20	0	0,0	—	4
0,60 - 0,70	—	—	—	1	3,20 - 3,30	0	0,0	—	4
0,70 - 0,80	—	—	—	1	3,30 - 3,40	0	0,0	—	4
0,80 - 0,90	—	—	—	2	3,40 - 3,50	0	0,0	—	4
0,90 - 1,00	—	—	—	2	3,50 - 3,60	0	0,0	—	4
1,00 - 1,10	—	—	—	2	3,60 - 3,70	0	0,0	—	4
1,10 - 1,20	—	—	—	2	3,70 - 3,80	0	0,0	—	4
1,20 - 1,30	—	—	—	2	3,80 - 3,90	0	0,0	—	5
1,30 - 1,40	—	—	—	2	3,90 - 4,00	0	0,0	—	5
1,40 - 1,50	—	—	—	2	4,00 - 4,10	0	0,0	—	5
1,50 - 1,60	—	—	—	2	4,10 - 4,20	0	0,0	—	5
1,60 - 1,70	—	—	—	2	4,20 - 4,30	0	0,0	—	5
1,70 - 1,80	—	—	—	2	4,30 - 4,40	16	46,7	—	5
1,80 - 1,90	—	—	—	3	4,40 - 4,50	13	38,0	—	5
1,90 - 2,00	—	—	—	3	4,50 - 4,60	12	35,0	—	5
2,00 - 2,10	—	—	—	3	4,60 - 4,70	14	40,9	—	5
2,10 - 2,20	—	—	—	3	4,70 - 4,80	13	38,0	—	5
2,20 - 2,30	—	—	—	3	4,80 - 4,90	15	41,9	—	6
2,30 - 2,40	—	—	—	3	4,90 - 5,00	16	44,7	—	6
2,40 - 2,50	—	—	—	3	5,00 - 5,10	80	223,7	—	6
2,50 - 2,60	—	—	—	3					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**

- M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(10)** [  $\delta = 10$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

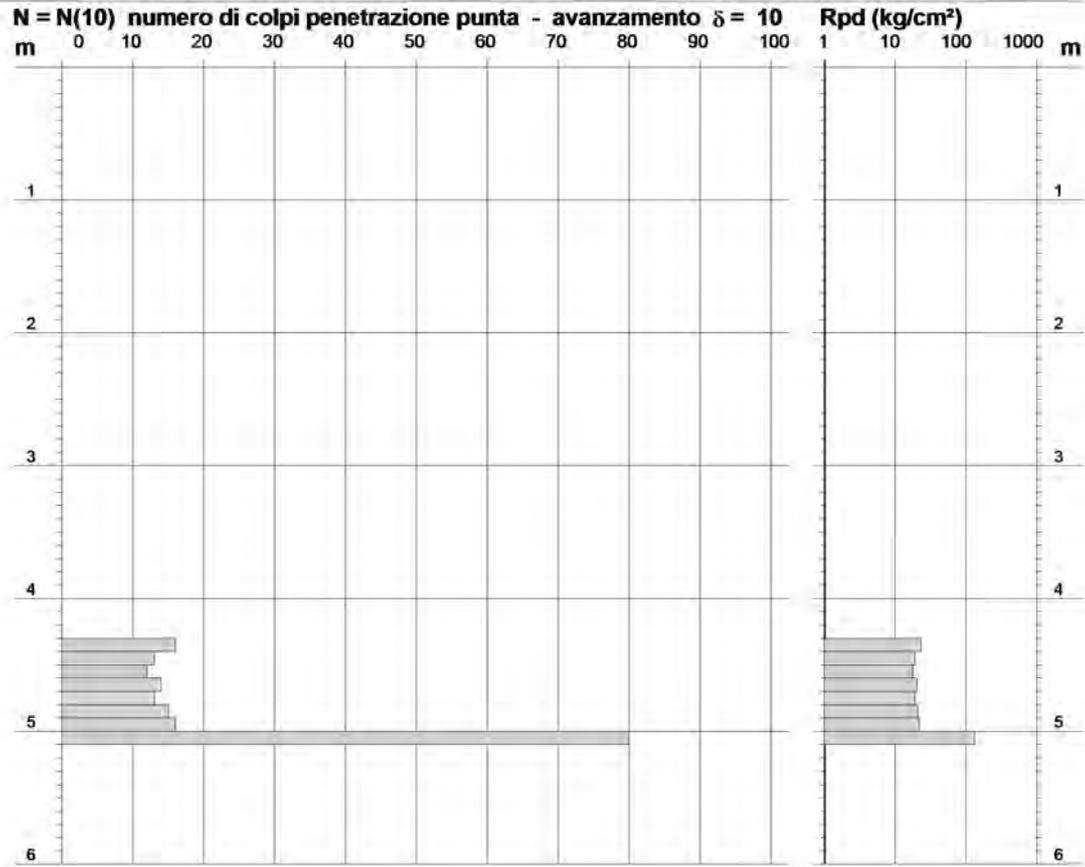
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 7

Scala 1: 50

- indagine : Orchidea Immobiliare  
 - cantiere : PEC residenziale  
 - località : Settimo T.se via Lodi

- data : 11/03/2013  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**  
 - M (massa battente) = **30,00 kg** - H (altezza caduta) = **0,20 m** - A (area punta) = **10,00 cm<sup>2</sup>** - D (diam. punta) = **35,70 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = **N(10)** [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**n° 7**

- indagine : Orchidea Immobiliare - data : 11/03/2013  
- cantiere : PEC residenziale - quota inizio : piano campagna  
- località : Settimo T.se via Lodi - prof. falda : Falda non rilevata  
- note : 0 = rimaneggiato; 80 = rifiuto - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	4,30	N	0,0	0	0	0,0	—	—	—	0	0,77	0
			Rpd	0,0	0	0	0,0	—	—	—	0		
2	4,30	5,00	N	14,1	12	16	13,1	1,6	12,6	15,7	14	0,77	11
			Rpd	40,7	35	47	37,9	4,1	36,6	44,9	40		
3	5,00	5,10	N	80,0	80	80	80,0	—	—	—	39	0,77	30
			Rpd	223,7	224	224	223,7	—	—	—	109		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta = 0,77$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 10$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	
1	0.00	4.30		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	4.30	5.00		11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	—	—	—	—	—
3	5.00	5.10		30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	—	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 10$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

## CORRELAZIONE Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

### GRIGLIA DELLA RESTITUZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI IN FUNZIONE DELL'SPT

composta da 13 colonne nelle quali trovano posto:

Colonna 1: Numero del Banco, cioè una stratigrafia composta da sabbie, argille, limi, avrà 3 banchi

Colonna 2: Quota inizio banco, la quota in metri del tetto del banco

Colonna 3: Quota fine banco, la quota in metri del letto del banco

Colonna 4: Numero colpi SPT, valore che si sarebbe ottenuto effettuando una prova SPT in quel banco

Colonna 5: Densità relativa %, secondo Terzaghi e Peck (1948,1967)

Colonna 6: Angolo di Attrito Efficace secondo Peck e Hanson (1953,1974)

Colonna 7: Modulo di deformazione Drenato secondo D'Appollonia (1970)

Colonna 8: Peso di volume saturo per granulari Terzaghi e Peck (1948,1967)

Colonna 9: Peso di volume secco per granulari Terzaghi e Peck (1948,1967)

Colonna 10: Coesione non drenata Terzaghi e Peck (1948,1967)

Colonna 11: Peso di volume saturo per coesivi Bowles, Terzaghi e Peck (1982,1948,1967)

Colonna 12: Contenuto in acqua % Bowles, Terzaghi e Peck (1982,1948,1967)

Colonna 13: Indice dei vuoti Bowles, Terzaghi e Peck (1982,1948,1967)

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Dr (%)	Nspt	Dr (%)
5	18	55	87
10	35	60	89
15	43	65	91
20	50	70	93
25	58	75	94
30	65	80	96
35	70	85	98
40	75	90	100
45	80	95	100
50	85	100	100

Nspt = 0 ± 4     sabbia MOLTO SCIOLTA  
 Nspt = 4 ± 10    sabbia SCIOLTA  
 Nspt = 10 ± 30   sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA  
 Nspt = 30 ± 50   sabbia ADDENSATA  
 Nspt > 50       sabbia MOLTO ADDENSATA

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione: p'vo (pressione geostatica efficace) .

Nspt -> Ø' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari)  
PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

Nspt	Ø'	Nspt	Ø'
5	28.0	55	41.8
10	30.0	60	42.5
15	31.5	65	43.3
20	33.0	70	44.0
25	34.5	75	44.3
30	36.0	80	44.5
35	37.3	85	44.8
40	38.5	90	45.0
45	39.8	95	45.0
50	41.0	100	45.0

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione: p'vo (pressione geostatica efficace) .

Nspt -> E' (MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO) (Terreni granulari)  
D'APPOLONIA e altri (1970)

SABBIE e GHIAIE N.C. (normalmente consolidate)

SABBIE S.C. (sovra consolidate)

Nspt	E' (kg/cm <sup>2</sup> )						
5	229.8	55	615.3	5	428.5	55	960.5
10	268.4	60	653.9	10	481.7	60	1013.7
15	306.9	65	692.4	15	534.9	65	1066.9
20	345.5	70	731.0	20	588.1	70	1120.1
25	384.0	75	769.5	25	641.3	75	1173.3
30	422.6	80	808.1	30	694.5	80	1226.5
35	461.1	85	846.6	35	747.7	85	1279.7
40	499.7	90	885.2	40	800.9	90	1332.9
45	538.2	95	923.7	45	854.1	95	1386.1
50	576.8	100	962.3	50	907.3	100	1439.3

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME)

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967)

[e.max = 1 e.min = 113 G = 2.65]

(Ysat [t/m<sup>3</sup>] = peso di volume saturo; Yd [t/m<sup>3</sup>] = peso di volume secco; W = umidità %; e = indice vuoti.)

Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd
0	1.83	1.33	50	2.15	1.85
5	1.88	1.41	55	2.16	1.87
10	1.93	1.50	60	2.17	1.88
15	1.96	1.54	65	2.18	1.90
20	1.99	1.59	70	2.19	1.92
25	2.02	1.64	75	2.20	1.93
30	2.05	1.69	80	2.21	1.95
35	2.08	1.73	85	2.23	1.97
40	2.10	1.77	90	2.24	1.99
45	2.13	1.81	95	2.24	1.99

TERRENI COESIVI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [peso specifico G = 2.70]

(Ysat [t/m<sup>3</sup>] = peso di volume saturo; Yd [t/m<sup>3</sup>] = peso di volume secco; W = umidità %; e = indice vuoti.)

Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	W%	e
0	1.60	68	1.833	16	1.97	28	0.750
2	1.75	47	1.267	18	2.00	26	0.708
4	1.80	42	1.125	20	2.02	25	0.667
6	1.85	37	1.000	22	2.04	23	0.628
8	1.87	35	0.945	24	2.07	22	0.591
10	1.90	33	0.892	26	2.09	21	0.556
12	1.92	31	0.842	28	2.10	20	0.545
14	1.95	29	0.795				

N.B.: correlazioni scarsamente affidabili, soprattutto per terreni coesivi.

Nspt -> Cu (COESIONE NON DRENATA) (Terreni coesivi)  
TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Nspt	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )
2	0.13	22	1.38
4	0.25	24	1.50
6	0.38	26	1.63
8	0.50	28	1.75
10	0.63	30	1.88
12	0.75	32	2.00
14	0.88	34	2.13
16	1.00	36	2.25
18	1.13	38	2.38
20	1.25	40	2.50

Nspt = 0 ± 2	terreno MOLTO MOLLE	Cu = 0.000 ± 0.125 kg/cm <sup>2</sup>
Nspt = 2 ± 4	terreno MOLLE	Cu = 0.125 ± 0.250 kg/cm <sup>2</sup>
Nspt = 4 ± 8	terreno MODERATA CONSISTENZA	Cu = 0.250 ± 0.500 kg/cm <sup>2</sup>
Nspt = 8 ± 15	terreno CONSISTENTE	Cu = 0.500 ± 1.000 kg/cm <sup>2</sup>
Nspt = 15 ± 30	terreno MOLTO CONSIST.	Cu = 1.000 ± 2.000 kg/cm <sup>2</sup>
Nspt > 30	terreno ESTREMAM. CONSIST.	Cu > 2.000 kg/cm <sup>2</sup>

N.B.: correlazioni scarsamente affidabili, considerate le caratteristiche della prova SPT (di tipo dinamico)

Comparazione di parametri da valori di N (SPT)

Definizione	SPT	Densità relativa	Angolo res. al taglio ** (appross.)	Campo di variab. peso unità di vol. kN/m <sup>3</sup>
Terzaghi-Peck 1948	N	Dr*		
Molto sciolta	5-10	0-15	25°-30°	11 - 16
Sciolta	8-15	35	27°-32°	14 - 18
Media	10-40	65	30°-35°	17 - 20
Densa	20-70	85	35°-40°	17 - 22
Molto densa	35	100	38°-43°	20 - 23

da Bowles (1982)

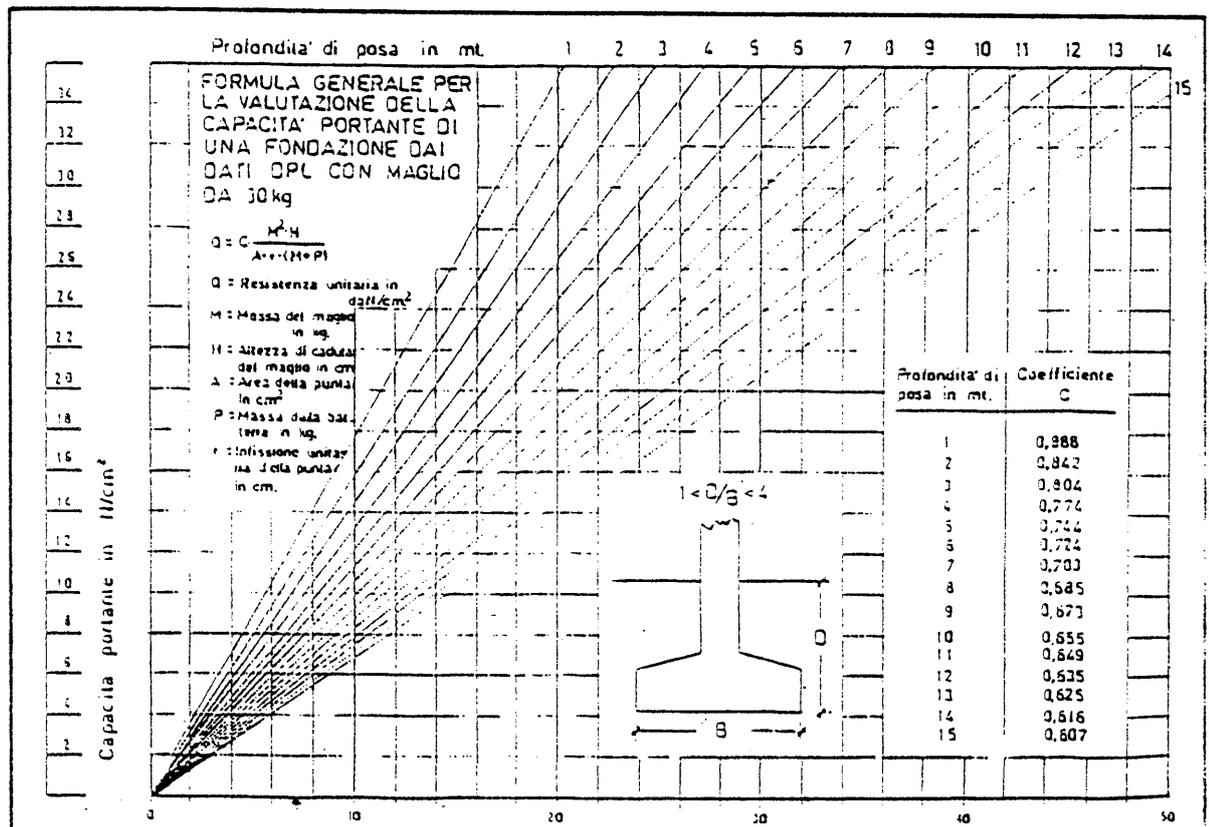
\* dipende da p<sub>0</sub> e può variare da 70 a 500 kPa. Bassi valori di N corrispondono a bassi valori di p<sub>0</sub>

\*\* Secondo Meyerhof (1956) - Usare i valori maggiori di φ per terreni contenenti il 5% di fini o percentuali inferiori di sabbie e silt.

Comparazione di parametri da valori di N (SPT)

Descrizione della consistenza	SPT N	Resist. alla compress. q <sub>u</sub> kPa	Peso dell'unità di volume saturo kN/m <sup>3</sup>
Argilla molto molle	<2	<25	<16
Argilla molle	2 - 4	25 - 50	16 - 17
Argilla media	4 - 8	50 - 100	17 - 19
Argilla compatta	8 - 16	100 - 200	19 - 21
Argilla molto compatta	16 - 32	200 - 400	20 - 22
Argilla dura	>30	>400	>22

da Bowles (1982)



## DIAGRAMMI CLASSIFICATIVI

Tratto da GEOTECNICA (Renato Lancellotta 1992)

Tabella 1.8 Sistema Unificato.

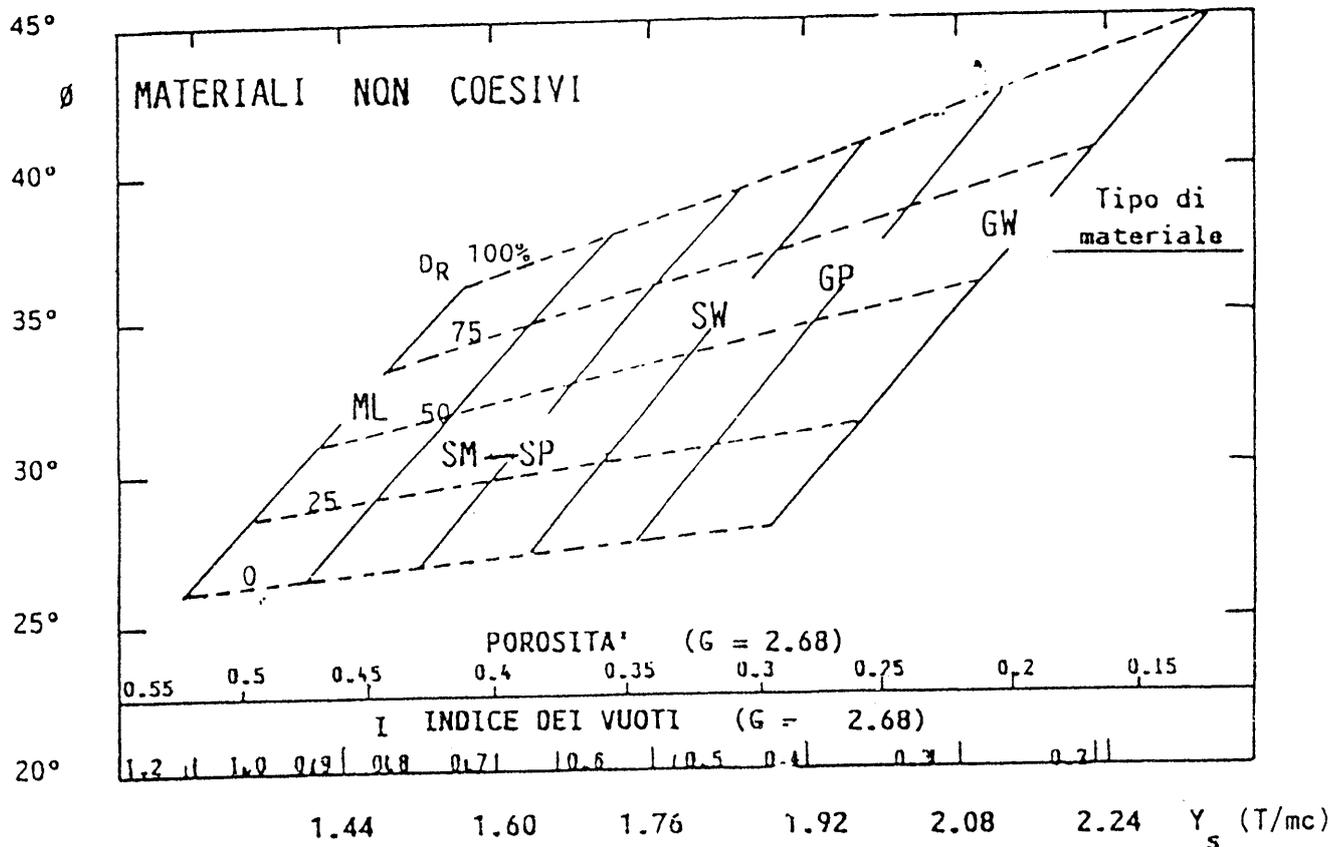
Terreni a grana grossa passante al 200 $\leq$ 50%	Gruppo	Descrizione	Sottogruppo	Caratteristiche	
	G	Ghiaie	La maggior parte della frazione è trattenuta al setaccio 4.	GW	fine < 5%; C > 4
GP				fine < 5%; C < 4	
GM				fine > 12%; PI < 4, sotto retta A	
GC				fine > 12%; PI > 7, sopra retta A	
S		Sabbie	La maggior parte della frazione passa al setaccio 4.	SW	fine < 5%; C > 4
				SP	fine < 5%; C < 6
	SM	fine > 12%; PI < 4, sotto retta A			
	SC	fine > 12%; PI > 7, sopra retta A			
Terreni a grana fine passante al 200 > 50%	C	Argille inorganiche	CL	$W_L < 50\%$	
			CH	$W_L > 50\%$	
	M	Limi inorganici	ML	$W_L < 50\%$	
			MH	$W_L > 50\%$	
	O	Limi e argille organici	OL	$W_L < 50\%$	
			OH	$W_L > 50\%$	

Un sistema usato nel campo delle costruzioni stradali è quello proposto dalla HRB (Highway Research Board, 1942-1945), revisionato nel 1949 e 1966 dall'American Association of State Highway Officials e noto anche come sistema AASHO (si vedano anche le norme CNR UNI 10006). In base a tale sistema i terreni inorganici (tab. 1.9) sono suddivisi in 7 gruppi da A-1 ad A-7, che a loro volta comprendono complessivamente 12 sottogruppi.

Tabella 1.9 Classificazione HRB (AASHO M 145-49).

Classificazione generale:	Materiali granulari (passante al vaglio n. 200: $\leq$ 35%)				Limi-Argille (passante al vaglio n. 200: $\geq$ 35%)				
	A-1		A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7
Classificazione di gruppo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7		A-7-5 A-7-6
Analisi granulometrica; percentuale di passante:									
- al vaglio n. 10 (2 mm):	$\leq 50$								
- al vaglio n. 40 (0.12 mm):	$\leq 30$	$\leq 50$	$\leq 51$						
- al vaglio n. 200 (0.074 mm):	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\geq 36$	$\geq 36$
Caratteristiche della frazione passante al vaglio n. 40 (0.42 mm):									
- Limite liquido ( $w_L$ %):			Non plastico	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
- Indice plastico (PI %):	$\leq 6$		-	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$
Indice di gruppo (I):	0	0	0			$\leq 4$		$\leq 8$	$\leq 12$
Materiale costituente:	Ghiaia (pietrame) con sabbia		Sabbia	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi	Argille
Materiale come sottofondo:	Da eccellente a buono						Da buono a scarso		

Note: \* Se:  $PI \leq w_L - 30$  Classif. A-7-5; se:  $PI \geq w_L - 30$  Classif. A-7-6.



VALORI DI  $\phi$  PER VARI TIPO DI TERRENO (Navfac Manual 1971)

- ML - limi inorganici, sabbie limose molto fini
- SM - sabbie limose
- SP - sabbie, sabbie ghiaiose con granulometria uniforme
- SW - sabbie a granulometria mista, sabbia ghiaiosa
- GP - ghiaia a granulometria uniforme
- GW - ghiaia a granulometria mista, misto ghiaia e sabbia

Classificazione U.S.B.R. dei suoli e delle terre a grana grossa

SUDDIVISIONI PRINCIPALI		SIMBOLO DI GRUPPO	DENOMINAZIONI	CRITERIO DI CLASSIFICAZIONE DI LABORATORIO			
SUOLI E TERRE A GRANA GROSSA (+50% del materiale > setaccio 0,075 UNI N. 200)	GHIAIE (+50% della frazione grossa > setaccio 0,4 UNI)	GHIAIE PULITE	GW	Ghiaie ben assortite, Miscela ghiaia-sabbia, Fini scarsi o assenti	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4;$		
			GP	Ghiaie male assortite, Miscela ghiaia-sabbia, Fini scarsi o assenti		Non soddisfacente tutte le condizioni di 6W.	
		GHIAIE CON FINI	GM	d u	Ghiaie limose, Miscela ghiaia-sabbia-limo.	Limiti di Atterberg sotto la linea « A » o $IP < 4$	Sopra la linea « A » con IP compreso tra 4 e 7 occorre la simbologia doppia.
			GC		Ghiaie argillose, Miscela ghiaia-sabbia-argilla.	Limiti di Atterberg sopra la linea « A » con $IP > 4$ .	
	SABBIE (+50% della frazione grossa < setaccio 0,4 UNI)	SABBIE PULITE	SW	Sabbie ben assortite, Ghiaie sabbiose, Fini scarsi o assenti.	Non soddisfacente a tutte le condizioni granulometriche per SW.		
			SP	Sabbie poco assortite, Sabbie ghiaiose, Fini scarsi o assenti.	Limiti di Atterberg sotto la linea « A » o $IP < 4$	Con limiti entro la zona a tratteggio con IP compreso tra 4 e 7 occorre la simbologia doppia.	
		SABBIE CON FINI	SM	d u	Sabbie limose, Miscela sabbia-limo.	Limiti di Atterberg sopra la linea « A » con $IP > 4$	
			SC		Sabbie limose, Miscela sabbia-argilla.		
		Determinate le percentuali di sabbia e di ghiaia dalla curva granulometrica. Secondo il % dei fini (frazione passante al setaccio 0,075 UNI): > 5% GW, GP, SW, SP < 12% GM, GC, SM, SC				$Cc = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1-3$	

TIPO DI TERRENO (++)	VALORE MEDIO $\phi$ (°) VARIABILITA'	VALORE MEDIO m (-) VARIABILITA'	VALORE MEDIO n (-) VARIABILITA'	VALORE MEDIO R (-) VARIABILITA'
GW	42 (32 ÷ 53)	450 (190 ÷ 940)	0.36 (0.20 ÷ 0.5)	0.68 (0.54 ÷ 0.95)
GP	42 (34 ÷ 49)	1160 (340 ÷ 3860)	0.31 (0.20 ÷ 0.53)	0.80 (0.65 ÷ 0.91)
SP	36 (33 ÷ 49)	740 (180 ÷ 2720)	0.51 (0.20 ÷ 0.67)	0.84 (0.55 ÷ 0.98)
SM SC	35 (29 ÷ 38)	460 (70 ÷ 1000)	0.51 (0.24 ÷ 0.64)	0.72 (0.62 ÷ 0.82)
CL	32 (27 ÷ 35)	70 (20 ÷ 140)	0.90 (0.46 ÷ 1)	0.80 (0.78 ÷ 0.83)
CH (+)	24 (16 ÷ 32)	18 (10 ÷ 50)	0.92 (0.6 ÷ 1)	0.83 (0.65 ÷ 0.96)

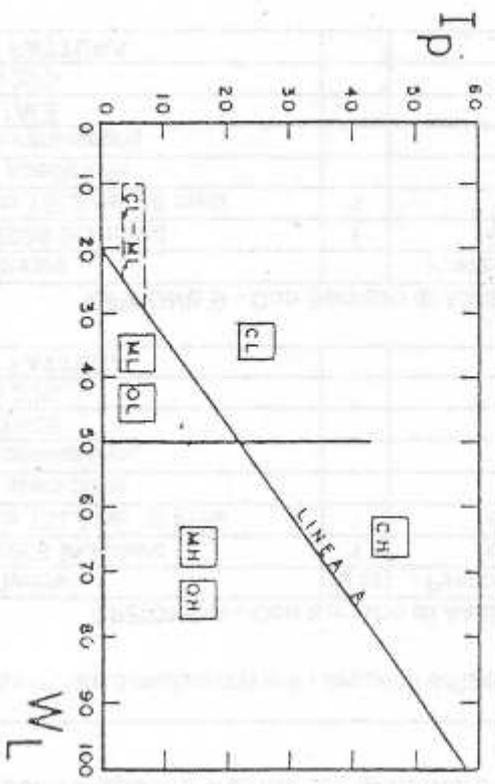
(+) CORRISPONDE AL  $\bar{\phi}$  DI PICCO  
 (++) UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM DELLA USBR

VALORI ORIENTATIVI DEI PARAMETRI CHE CARATTERIZZANO LA CURVA SFORZI-DEFORMAZIONI DI FORMA IPERBOLICA - PRIMO CARICO

Classificazione U.S.C.S. dei suoli e delle terre a grana fina

SUOLI E TERRE A GRANA GROSSA + 50% del materiale < setaccio 0,075 UNI		SUDDIVISIONI PRINCIPALI	SIMBOLI DI GRUPPO	DENOMINAZIONI
LIMI ED ARGILLE (LL > 50)	LIMI ED ARGILLE (LL < 50)			
			ML	Limi inorganici e sabbie molto fini, farina di roccia, Sabbie limose o Limi argillosi con bassa plasticità
			CL	Argille inorganiche con bassa-media plasticità, Argille ghiaiose, Argille sabbiose, Argille pure.
			OL	Limi organici e Argille limose organiche di bassa plasticità
			MH	Limi inorganici, Suvili sabbiosi o limosi micacei o diatomacei, Limi elastici.
			CH	Argille inorganiche, di alta plasticità, Argille grasse.
			OH	Argille organiche di medio - alta plasticità, Limi organici
			Pt	Materia organica
Suoli e terre molto organ.				

CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DI LABORATORIO



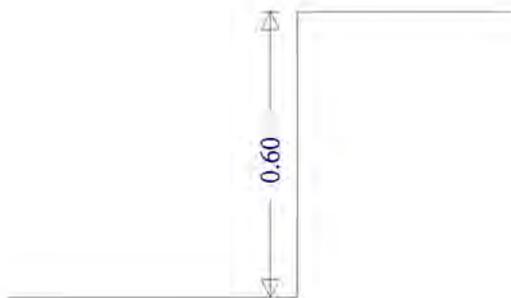
# Orchidea Imm. - Settimo T.se

Fondazione nastriforme - Stati Limite  
 Terreni ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi  
 Quota relativa a piano interrato (-3 m)

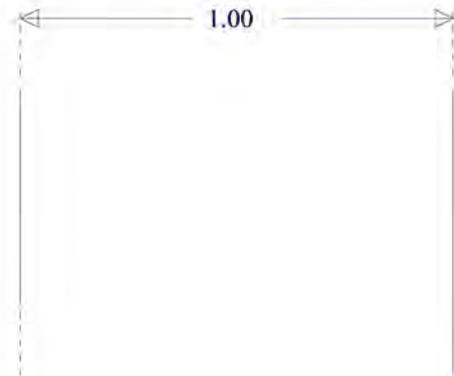
## PARAMETRI GEOTECNICI

Peso di volume: 18.67 [kN/m<sup>3</sup>]  
 Coesione efficace: 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]  
 Profondita' falda: 1.50 [m]

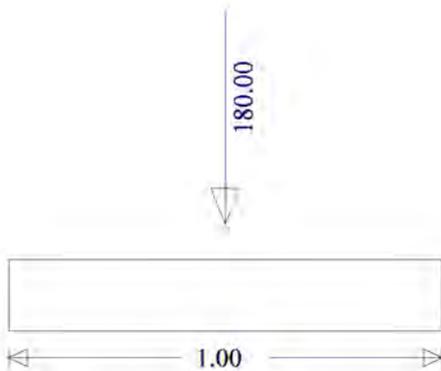
Angolo di attrito: 31.36°  
 Resistenza a taglio non drenata: 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]



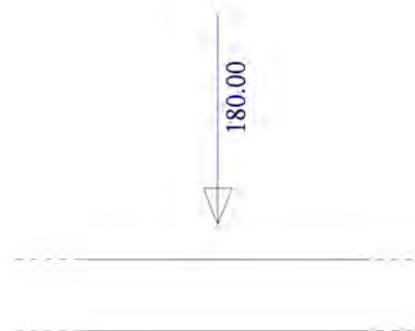
PIANO DI POSA



FONDAZIONE EFFETTIVA



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Area effettiva= 1.00 [m<sup>2</sup>]

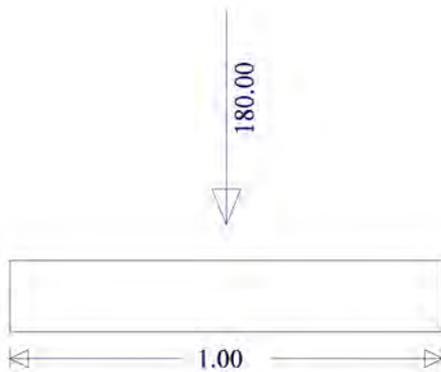
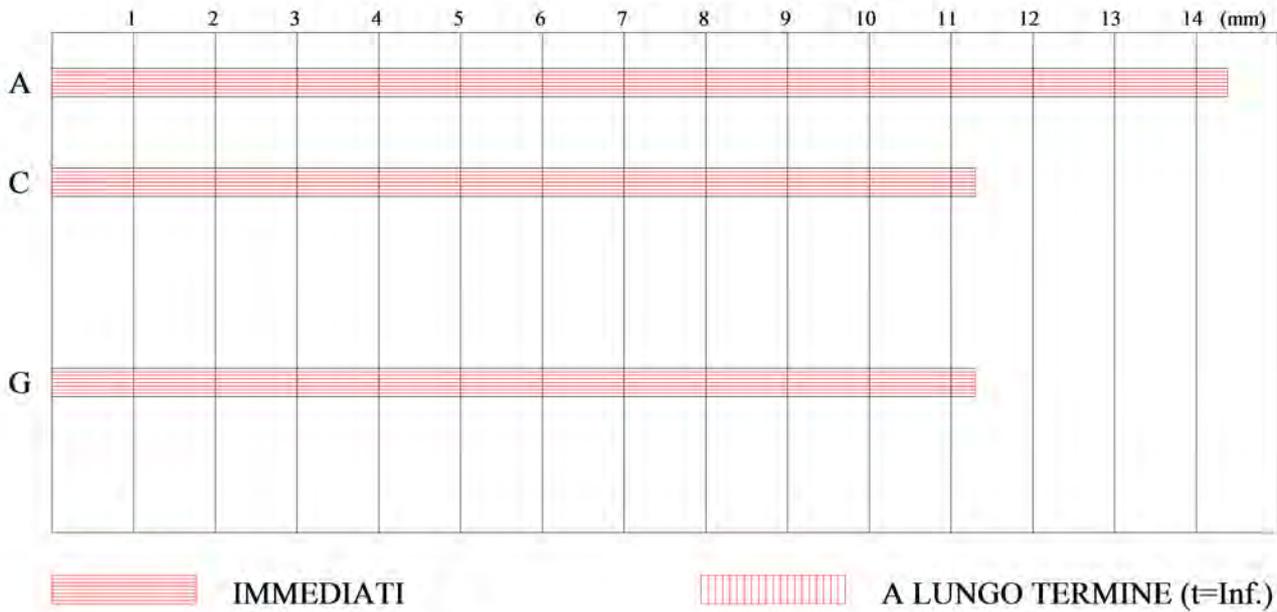
Tensione verticale effettiva= 180.00 [kN/m<sup>2</sup>]

Metodo	Qult [kN/m <sup>2</sup> ]		Qamm [kN/m <sup>2</sup> ]		F.S. [-]	
	Dren.	Non Dren.	Dren.	Non Dren.	Dren.	Non Dren.
Hansen	446.38		194.08		2.48	

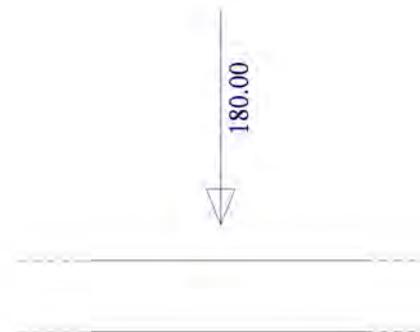
# Orchidea Imm. - Settimo T.se

Fondazione nastriforme - Stati Limite  
 Terreni ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi  
 Quota relativa a piano interrato (-3 m)

## ENTITA' DEI CEDIMENTI



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Punto	Posiz.	Ced. Imm.	Lungo T.	Totale (mm)
A	centro	14.38	0.00	14.38
C	sinistra	11.29	0.00	11.29
G	destra	11.29	0.00	11.29

**CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI**  
**Orchidea Imm. - Settimo T.se**  
**Fondazione nastriforme - Stati Limite Condizioni Statiche**  
**Terreni ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi**  
**Quota relativa a piano interrato (-3 m)**

**CALCOLO DELLA FONDAZIONE SECONDO BRINCH-HANSEN**

$$Qult = c' * Nc * Sc * Dc * Gc * Bc + q' * Nq * Sq * Dq * Gq * Bq + 0.5 * g' * B * Ng * Sg * Dg * Gg * Bg$$

(condizioni drenate)

Nc= 33.651	Nq= 21.508	Ng= 18.748
Sc= 1.000	Sq= 1.000	Sg= 1.000
Dc= 1.240	Dq= 1.168	Dg= 1.000
lc= 1.000	lq= 1.000	lg= 1.000
Gc= 1.000	Gq= 1.000	Gg= 1.000
Bc= 1.000	Bq= 1.000	Bg= 1.000

Qult= 446.38 [kN/m<sup>2</sup>]  
 Qamm= 194.08[kN/m<sup>2</sup>] (per Fs=2.30)

**CALCOLO DELLA FONDAZIONE SECONDO BRINCH-HANSEN**

$$Qult = c' * Nc * Sc * Dc * Gc * Bc + q' * Nq * Sq * Dq * Gq * Bq + 0.5 * g' * B * Ng * Sg * Dg * Gg * Bg$$

(condizioni drenate)

Nc= 33.643	Nq= 21.501	Ng= 18.740
Sc= 1.000	Sq= 1.000	Sg= 1.000
Dc= 1.240	Dq= 1.168	Dg= 1.000
lc= 1.000	lq= 1.000	lg= 1.000
Gc= 1.000	Gq= 1.000	Gg= 1.000
Bc= 1.000	Bq= 1.000	Bg= 1.000

Qult= 446.25 [kN/m<sup>2</sup>]  
 Qamm= 194.02[kN/m<sup>2</sup>] (per Fs=2.30)

**DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE:**

Fondazione Nastriforme: larghezza (B) 1.00 [m]

Prof. piano di posa [m]	0.60
Inclinazione piano posa [°]	0.00
Inclinazione p. c. [°]	0.00
Carico normale [kN]	180.00
Carico trasv. (larg.) [kN]	0.00
Carico trasv. (lung.) [kN]	0.00
Momento (larg.) [kN m]	0.00
Momento (lung.) [kN m]	0.00
F.S. richiesto [-]	2.30
Area fondazione [m <sup>2</sup> ]	1.00
Area effettiva [m <sup>2</sup> ]	1.00
Tensione vert. eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	180.00

**PARAMETRI GEOTECNICI MEDI:**

Angolo di attrito (phi) [°]	31.36
Coesione (c') [kN/m <sup>2</sup> ]	0.00
Resistenza al taglio n.d. (su) [kN/m <sup>2</sup> ]	0.00
Peso di volume efficace (g') [kN/m <sup>3</sup> ]	18.67
Peso di volume totale (gt) [kN/m <sup>3</sup> ]	18.67
Tensione efficace al piano di posa (q') [kN/m <sup>2</sup> ]	10.80
Tensione totale al piano di posa (qt) [kN/m <sup>2</sup> ]	10.80

Profondita' falda: 1.50 [m]

**DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA**

n.	prof.[m]	Gn[kN/m <sup>3</sup> ]	Gs[kN/m <sup>3</sup> ]	phi[°]	c'[kN/m <sup>2</sup> ]	Su[kN/m <sup>2</sup> ]	u[kN/m <sup>2</sup> ]
1	0.60	18.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.00
2	1.20	19.00	20.00	32.00	0.00	0.00	0.00
3	2.00	18.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.00
4	8.00	19.00	20.00	33.00	0.00	0.00	0.00

**FATTORI DI SICUREZZA RISULTANTI:**

Fattore di sicurezza (Hansen - condizioni drenate)	2.48 [-]
--	----------

**CEDIMENTI FONDAZIONI SUPERFICIALI**  
**Orchidea Imm. - Settimo T.se**  
**Fondazione nastriforme - Stati Limite**  
**Terreni ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi**  
**Quota relativa a piano interrato (-3 m)**

DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE

Fondazione Nastriforme

Larghezza:	1.00 [m]
Prof. piano di posa [m]	0.60
Carico normale [kN]	180.00
Momento (larghezza) [kN m]	0.00
Momento (lunghezza) [kN m]	0.00
Tens. precons. a p.c. [kN/m <sup>2</sup> ]	0.00
Durata consolidazione [y]	Inf.

Il peso del terreno asportato non e' stato detratto dal carico applicato.  
 La tensione verticale e' stata calcolata a partire dal piano di campagna.  
 La tensione verticale e' stata calcolata in termini di tensioni totali.

GEOMETRIA FALDA

PROFONDITA' FALDA 1.50 [m]

CEDIMENTI (mm)

Posizione punto	Immediati	Lungo Termine	Totali
centro	14.38	0.00	14.38
sinistra	11.29	0.00	11.29
destra	11.29	0.00	11.29

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI IMMEDIATI

$$dh = H \times dp / Es$$

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI A LUNGO TERMINE

$$dh = H \times Cr' \times \log((po' + Dp1) / po') + H \times Cc' \times \log((pc' + Dp2) / pc')$$

DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

n.	prof. [m]	GN [kN/m <sup>3</sup> ]	GS [kN/m <sup>3</sup> ]	Es [MPa]	Eed [MPa]	Cr' [-]	Cc' [-]	Cv [m <sup>2</sup> /y]
1	0.60	18.00	19.00	20.00	0.00	0.000	0.000	0.000
2	1.20	19.00	20.00	25.00	0.00	0.000	0.000	0.000
3	2.00	18.00	19.00	18.00	0.00	0.000	0.000	0.000
4	8.00	19.00	20.00	30.00	0.00	0.000	0.000	0.000

# CAPACITÀ PORTANTE DELLE FONDAZIONI SUPERFICIALI

## Metodo di Terzaghi (1943)

Le equazioni di Terzaghi utilizzano la teoria della plasticità per analizzare il fenomeno di punzonamento di una base rigida in un materiale più soffice (il terreno).

L'espressione proposta da Terzaghi è la seguente:

$$Q_{ult} = c N_c s_c + q N_q + 0.5 g B N_g s_g$$

dove:

$Q_{ult}$  = pressione di rottura

$B$  = larghezza della fondazione

$c$  = coesione

$q$  = tensione verticale effettiva al piano di posa

$g$  = peso di volume del terreno

$N_c, N_q, N_g$  = fattori di capacità portante

$s_c, s_g$  = fattori correttivi di forma

I fattori di capacità portante sono legati alla geometria della superficie di rottura nel terreno ipotizzata dai diversi autori, mentre i fattori correttivi sono stati introdotti al fine di permettere lo studio di una casistica più ampia dal punto di vista della forma della fondazione, della geometria del terreno e dalla tipologia dei carichi esterni applicati.

Questo tipo di espressione è comune a tutti i metodi, che si distinguono fondamentalmente per la presenza di fattori correttivi addizionali e per le formulazioni dei fattori di capacità portante.

In questo programma si è utilizzata, anziché la tabella sperimentale originariamente proposta da Terzaghi per la determinazione del fattore  $N_g$ , la più moderna formulazione analitica proposta da Spangler e Handy (1982):  $N_g = 1.1 (N_q - 1) \tan (1.3 \phi)$

## Metodo di Meyerhof (1963)

L'espressione proposta da Meyerhof è simile alla precedente:

$$Q_{ult} = c N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0.5 g B N_g s_g d_g$$

oppure, per carichi inclinati:

$$Q_{ult} = c N_c i_c d_c + q N_q i_q d_q + 0.5 g B N_g i_g d_g$$

dove:

$Q_{ult}$  = pressione di rottura

$B$  = larghezza della fondazione

$c$  = coesione

$q$  = tensione verticale effettiva al piano di posa

$g$  = peso di volume del terreno

$N_c, N_q, N_g$  = fattori di capacità portante

$s_c, s_q, s_g$  = fattori correttivi per la forma

$d_c, d_q, d_g$  = fattori correttivi per la profondità

$i_c, i_q, i_g$  = fattori correttivi per l'inclinazione

Come si vede questa formulazione, più complessa, prevede la presenza di fattori correttivi che tengono conto anche della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del carico (presenza di componenti orizzontali), e quindi permette un'analisi più dettagliata della precedente.

## Metodo di Hansen (1970)

L'espressione proposta da Hansen amplia la precedente:

$$Q_{ult} = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 g B N_g s_g d_g i_g g_g b_g$$

dove:

$Q_{ult}$  = pressione di rottura

$B$  = larghezza della fondazione

$c$  = coesione

$q$  = tensione verticale effettiva al piano di posa

$g$  = peso di volume del terreno

$N_c, N_q, N_g$  = fattori di capacità portante

$s_c, s_q, s_g$  = fattori correttivi per la forma

$i_c, i_q, i_g$  = fattori correttivi per l'inclinazione

$d_c, d_q, d_g$  = fattori correttivi per la profondità

$g_c, g_q, g_g$  = fattori correttivi per il terreno

$b_c, b_q, b_g$  = fattori correttivi per la base

Questa formulazione prevede quindi la possibilità di tenere conto dell'inclinazione della base della fondazione e dell'inclinazione del terreno, ed è quindi la più completa tra quelle presentate.

## Metodo di Vesic (1974)

Il metodo di Vesic è sostanzialmente simile a quello presentato da Hansen, e si differenzia per un diverso modo di calcolare il fattore  $N_g$  ed alcuni dei fattori correttivi, alcuni dei quali risultano peraltro meno conservativi dei precedenti.

Descrizioni dettagliate dei fattori correttivi utilizzati nelle formulazioni proposte da Hansen e da Vesic sono disponibili in letteratura; si ricorda comunque che è normalmente sconsigliato l'uso combinato dei fattori correttivi per la forma  $s_i$  e dei fattori correttivi per l'inclinazione  $i_i$  (cfr. "Foundation Analysis and Design", J.E. Bowles, McGraw-Hill, quarta edizione, Tab. 4-5).

# CEDIMENTI

## Metodo Generale (Boussinesq)

Il metodo generale utilizzato in questo programma permette di valutare separatamente, in terreni stratificati, sia la componente dei cedimenti immediati sia la componente dei cedimenti a lungo termine. I cedimenti immediati, dovuti alla rapida deformazione elastica dello scheletro solido del terreno, vengono determinati per uno strato elementare di spessore H tramite l'espressione generale:

$$DH = (H \cdot Dp) / Es$$

dove: DH = riduzione di spessore dello strato elementare Es = modulo elastico del terreno Dp = sovratensione indotta dalla fondazione nel punto in esame

I cedimenti a lungo termine, dovuti al lento drenaggio di terreni granulari fini e finissimi, vengono determinati per uno strato elementare di spessore H tramite l'espressione generale:

$$DH = H Cr' \log((po'+Dp1) / po') + H Cc' \log((pc'+Dp2) / pc')$$

dove: DH = riduzione di spessore dello strato elementare Cr' = rapporto di ricomprensione Cc' = rapporto di compressione po' = tensione verticale effettiva in corrispondenza dello strato elementare pc' = tensione di preconsolidazione al piano di scavo.

Di norma la tensione di preconsolidazione in un punto del terreno posto al di sotto del piano di scavo viene considerata dal programma pari alla tensione verticale presente nel medesimo punto prima delle operazioni di scavo. A tale valore può essere sommato pc' per simulare la precedente presenza di un ulteriore strato di materiale al di sopra del piano di campagna attuale.

Dp = sovratensione indotta dalla fondazione nel punto in esame Dp1 = minimo valore tra Dp e pc' Dp2 = massimo valore tra Dp-pc' e zero

Nel caso in cui Cr' sia nullo (terreni normalconsolidati), l'espressione si semplifica così:

$$DH = H Cc' \log((po'+Dp1) / po')$$

Il metodo è basato su un procedimento di calcolo numerico generale suddiviso in due fasi.

La prima fase consiste nella suddivisione della base della fondazione in sezioni elementari, a ciascuna delle quali viene associata la corrispondente frazione del carico totale applicato, inteso come somma del carico normale e delle componenti verticali derivate dai momenti.

Il carico così ottenuto non viene considerato applicato puntualmente al centro delle aree elementari, ma distribuito omogeneamente su di esse: l'integrazione di Newmark dell'equazione di Boussinesq permette quindi una valutazione ottimale delle tensioni indotte anche negli strati più immediatamente superficiali, dove invece l'effetto dell'eccentricità dei carichi rispetto alla verticale di calcolo causa una leggera sottostima delle sovratensioni indotte dai carichi applicati in modo puntuale.

Nelle elaborazioni manuali il calcolo veniva esteso fino ad una profondità tale che l'incremento di tensione verticale dovuto alla presenza della fondazione risultasse inferiore ad una determinata percentuale del carico litostatico naturale. Si tratta ovviamente di una approssimazione legata alla necessità di accelerare il calcolo, necessità che viene meno nell'elaborazione automatica.

Di fatto la quota di cedimento persa in tale situazione dovrebbe essere trascurabile, ma ciò non è matematicamente vero in modo specifico qualora gli strati più cedevoli si trovino al di sotto di tale limite. L'utilizzo di un numero finito di strati elementari di spessore costante in cui suddividere il terreno scongiurerebbe di estendere arbitrariamente la profondità di indagine, in quanto l'uso di strati elementari di spessore considerevole porterebbe a perdere di risoluzione proprio negli strati superficiali maggiormente sollecitati.

Grazie alla suddivisione del terreno in strati di spessore via via crescente eseguita automaticamente dal programma questo problema non si pone più: anche decuplicando la profondità di indagine gli strati elementari superficiali rimangono comunque sempre estremamente sottili, consentendo il raggiungimento di una eccellente precisione di calcolo.

Gli otto punti (sinistro, destro, ecc., diversi quindi dal centro) sui quali viene effettuata la valutazione non vengono presi esattamente sul contorno, che dal punto di vista dell'integrazione di Newmark costituiscono singolarità geometriche, ma ad una sia pur piccolissima distanza dal bordo: questo permette una stima più realistica dei cedimenti differenziali che risulterebbero sovrastimati qualora fossero calcolati esattamente sui bordi.

Le sovratensioni indotte nel terreno da un carico puntiforme vengono calcolate tramite la formula:

$$Dp = (3 Q z^3) / (2pR^5)$$

dove:

Dp = sovratensione indotta nel punto del terreno in esame

Q = carico puntiforme applicato in superficie, quota del carico totale associata all'area elementare di fondazione in esame

z = profondità del punto in esame

R = distanza punto in esame - punto di applicazione di Q

La seconda fase consiste nel calcolo separato della componente costituita dai cedimenti immediati e da quelli a lungo termine e quindi nell'ottenimento del cedimento totale come somma delle componenti indicate.

## Metodo di Terzaghi

Il metodo di Terzaghi, detto anche metodo della compressibilità edometrica, è destinato in particolare al calcolo del cedimento di fondazioni realizzate su strati coesivi di spessore limitato giacenti su un letto roccioso indeformabile a piccola profondità, ed è basato sull'ipotesi che la deformazione indotta vari linearmente con la sovrappressione indotta secondo il modulo Eed.

Nel definire la stratigrafia i valori di Eed (modulo di compressibilità edometrica) e Cc' (ed eventualmente Cr') si escludono mutuamente in quanto le due metodologie devono essere usate in alternativa.

Il modulo di compressibilità edometrica Eed è ottenuto dall'espressione:

$$Eed = (1-n') / ((1+n') (1-2n')) E'$$

dove:

E' = modulo di compressibilità triassiale in termini di tensioni efficaci

n' = coefficiente di Poisson in termini di tensioni efficaci

Il metodo di Terzaghi utilizza la seguente espressione per il calcolo della deformazione totale di uno strato elementare di spessore H:

$$DH = H Dp / Eed$$

dove:

Eed = modulo di compressibilità edometrica

Dp = sovratensione indotta dalla fondazione nel punto in esame

## RELAZIONE GEOTECNICA

### **Premessa**

La presente relazione non costituisce indagine e/o caratterizzazione geologica del sito d'intervento ma solo ed esclusivamente interpretazione geotecnica finalizzata alla corretta impostazione delle fondazioni. I dati e le caratterizzazioni geologiche sono state estrapolate dalla relazione del Dr. Mauro Mulè per conto della Orchidea Immobiliare srl

### **Estrapolato dalla relazione del Dr. Mulè**

La presente relazione geologica è redatta ai sensi del D.M. 11/03/88, ai sensi delle Nuove Norme Tecniche per la Costruzione, approvate con il DM 14.09.2005, di cui al D.M. 14.01.2008 ed ai sensi delle norme del PRGC Variante n°24. Essa fa seguito ad un'indagine di superficie e di profondità volta a riscontrare l'idoneità di un intervento per la realizzazione di un Piano Esecutivo Convenzionato a destinazione residenziale sito in Via Lodi angolo Via Milano, comune di Settimo Torinese, area di PRGC Ha47, su incarico di Orchidea Immobiliare S.r.l. e su progetto dello Studio Tecnico Arch. Crupi.

Il sito, posto al margine orientale del concentrico capoluogo, risulta ubicato in un'area residenziale individuabile nella cartografia I.G.M. in scala 1:25.000 tavoletta II N.O. "Settimo Torinese" del Foglio n°56 "Torino" e della cartografia specifica della Regione Piemonte (CTR 156060) alla scala 1:10.000 e della Provincia di Torino alla scala 1:5.000.

L'intervento consiste nella costruzione di fabbricati a 2/3 piani f.t. ed un piano interrato, ed è identificato nell'allegata planimetria e nel Foglio 23 Particelle 291-404-405 del Catasto dei Terreni di Settimo Torinese. La caratterizzazione litologica e geotecnica dei terreni è stata ottenuta dall'analisi di n°2 pozzetti geognostici con pala meccanica e da n°6 penetrometrie dinamiche SCPT a mazza battente di 30 Kg con infissione di aste a punta conica

standardizzata, al fine di evidenziare le principali caratteristiche geomeccaniche del terreno atto ad accogliere l'opera ed a sostenere le opere di fondazione ai fabbricati in progetto, in modo da fornire utili indicazioni preliminari al progettista per il dimensionamento delle stesse in fase esecutiva. La Variante Strutturale n°24 al PRGC, "Carta di Sintesi della Pericolosità Geologica e dell'utilizzazione urbanistica", conferma l'appartenenza dell'area alla Classe II 1 a pericolosità geologica moderata.

### **Soggiacenza della Falda**

All'interno dei pozzetti geognostici spinti fino a 4.3 m dal piano campagna attuale e nella penetrometria spinta fino a 5.1 m (scpt 7 in preforo S1) non è stata rilevata la presenza di falda (marzo 2013). I dati piezometrici a disposizione nella zona (Studio idrogeologico sulla prima falda - Studio Genovese e Associati – stralcio in allegato) mostrano come la ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica suggerisca una soggiacenza minima compresa fra 5.5 – 7.0 m dal piano campagna.

Secondo un dato incluso negli studi di PRGC var.13 – Carta delle Caratteristiche Idrogeologiche e Stratigrafiche del primo sottosuolo (dott. Innocenti) una misura puntuale della soggiacenza a lato del cimitero (settembre 2000) indica un minimo di 4 m dal piano campagna. Sembra essere comunque garantito il franco minimo di 1m rispetto ad un piano interrato contemplato negli edifici in progetto.

### **Parametri Sismici del sito**

-----  
Analisi sismica - ( NTC 2008 )  
-----

## DATI PROGETTO

Edificio sito in località Settimo Torinese ( long. 7.767 lat. 45.150000 )

Categoria del suolo di fondazione = C

Coeff. di amplificazione stratigrafica  $S_s = 1.500$

Coeff. di amplificazione topografica  $ST = 1.000$

$S = 1.500$

Vita nominale dell'opera  $VN = 50$  anni

Coefficiente d'uso  $CU = 1.0$

Periodo di riferimento  $VR = 50.0$

PVR : probabilità di superamento in VR = 10 %

Tempo di ritorno = 475

Coeff. di smorzamento viscoso = 5.0

Valori risultanti per :

ag 0.475 [g/10]

Fo 2.729

TC\* 0.273

Edificio con struttura in cem. armato :

Fattore di struttura  $q = 3.120$

$q = q_0 * KR * KW$  dove :

$q_0 = 3.00 * 1.3$  ( A telaio con più piani e più campate ) ( Classe di duttilità "B" ( bassa ) )

$KR = 0.8$  ( Edifici non regolari in altezza )

$KW = 1.00$

Rapporto spettro di esercizio / spettro di progetto = 1.564

Coeff. lambda = 1.0000

Sd = 0.070

## Caratteri Geotecnici

I caratteri geotecnici sono stati analizzati tramite l'esecuzione di n.6 penetrometrie dinamiche medie DL030 (SCPT con mazza battente di 30 kg), le quali hanno permesso di valutare le capacità portanti del terreno alle varie profondità, in funzione della resistenza alla punta (formula degli 'Olandesi'), com'evidenziato dai diagrammi allegati e sulla base delle correlazioni disponibili in letteratura.

Dalle penetrometrie si possono notare così orizzonti con le seguenti caratteristiche geotecniche relative alle tensioni ammissibili:

Litotipi	orizzonte (m)	Nscpt	Nspt	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
Limo argilloso sabbioso molto molle	0.0 – 0.4/1.1	3 - 5	2 - 4	10 - 18	0.3 – 0.5
Sabbia e ghiaia da sciolta a mediam. addensata	0.4/1.1 – 1.0/1.1	15 - 20	10 - 15	50 - 80	1.5 – 2.0
Ghiaia e sabbia con ciottoli mediamente addensata	1.0/1.1 – indef.	25 – 80*	20 – 30*	100	> 2.0

I parametri geotecnici medi di una stratigrafia tipo attribuibili al terreno di fondazione sono:

### ORIZZONTE SUPERFICIALE LIMOSO-ARGILLOSO PSEUDOCOESIVO

$$N_{spt} = 4 \div 5$$

$$\gamma_n = \text{peso di volume nat.} = 16.0 \text{ kN/m}^3(\text{nat.})$$

$$C_u = \text{coesione non drenata} = 20 \div 30 \text{ kPa}$$

$$E = \text{modulo di deformabilità} = 2 \div 4 \text{ Mpa}$$

### ORIZZONTE INCOERENTE GHIAIOSO-SABBIOSI da sciolto a med. addensato

$$N_{spt} = 10 \div 20$$

$$D_r = \text{grado di addensamento} = 45 \div 60 \%$$

$$\gamma_n = \text{peso di volume nat.} = 18 \div 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi' = \text{angolo di resistenza al taglio di picco} = 32^\circ \div 35^\circ$$

$$\Phi_{cv} = \text{ang. di res. al taglio a volume cost.} = 30^\circ$$

$$E = \text{modulo di deformabilità} = 18 \div 20 \text{ Mpa}$$

### ORIZZONTI INCOERENTI GHIAIOSO-SABBIOSI mediamente addensati

(piano di fondazione dell'interrato, incoerente, mediamente addensato)

$$N_{spt} \text{ medio} = 25 \div 30$$

$$D_r = \text{grado di addensamento} = 65 \div 85 \%$$

$$\gamma_n = \text{peso di volume} = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi' = \text{angolo di resistenza al taglio di picco} = 35^\circ \div 38^\circ$$

$$\Phi_{cv} = \text{ang. di res. al taglio a volume cost.} = 32^\circ \div 34^\circ$$

$$E = \text{modulo di deformabilità} = 25 \div 40 \text{ Mpa}$$

Nelle verifiche effettuate seguendo l'approccio progettuale 2, le azioni di progetto in fondazione derivano da un'unica analisi strutturale svolta impiegando i coefficienti parziali del gruppo A1. Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle fondazioni (GEO), si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni.

L'analisi può essere condotta con la Combinazione (A1+M1+R3), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo R3. Tali coefficienti si applicano solo alla resistenza globale del terreno, che è costituita, a seconda dello stato limite considerato, dalla forza normale alla fondazione che produce il collasso per carico limite, o dalla forza parallela al piano di scorrimento della fondazione che ne produce il collasso per scorrimento.

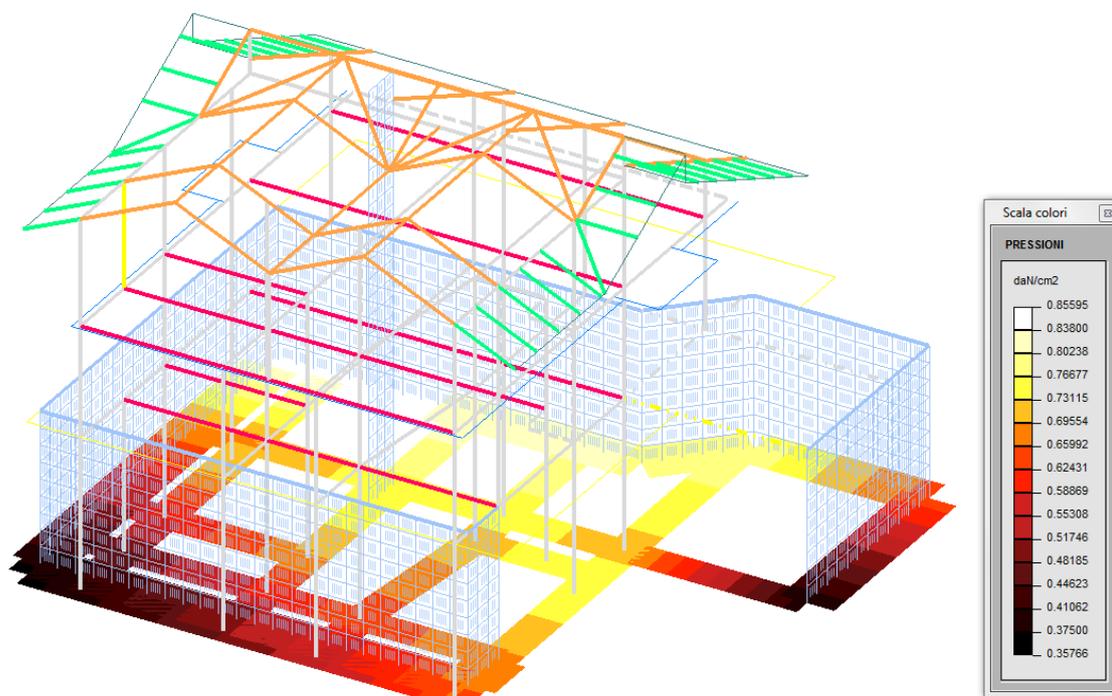
Utilizzando l'Approccio 2 : A1 + M1 + R3 si ottiene per la fondazione nastriforme:

$$Q_{lim} / \gamma_R = 194 \text{ KN/m}^2 \text{ (con } \gamma_R = 2,3 \text{) in condizioni drenate}$$

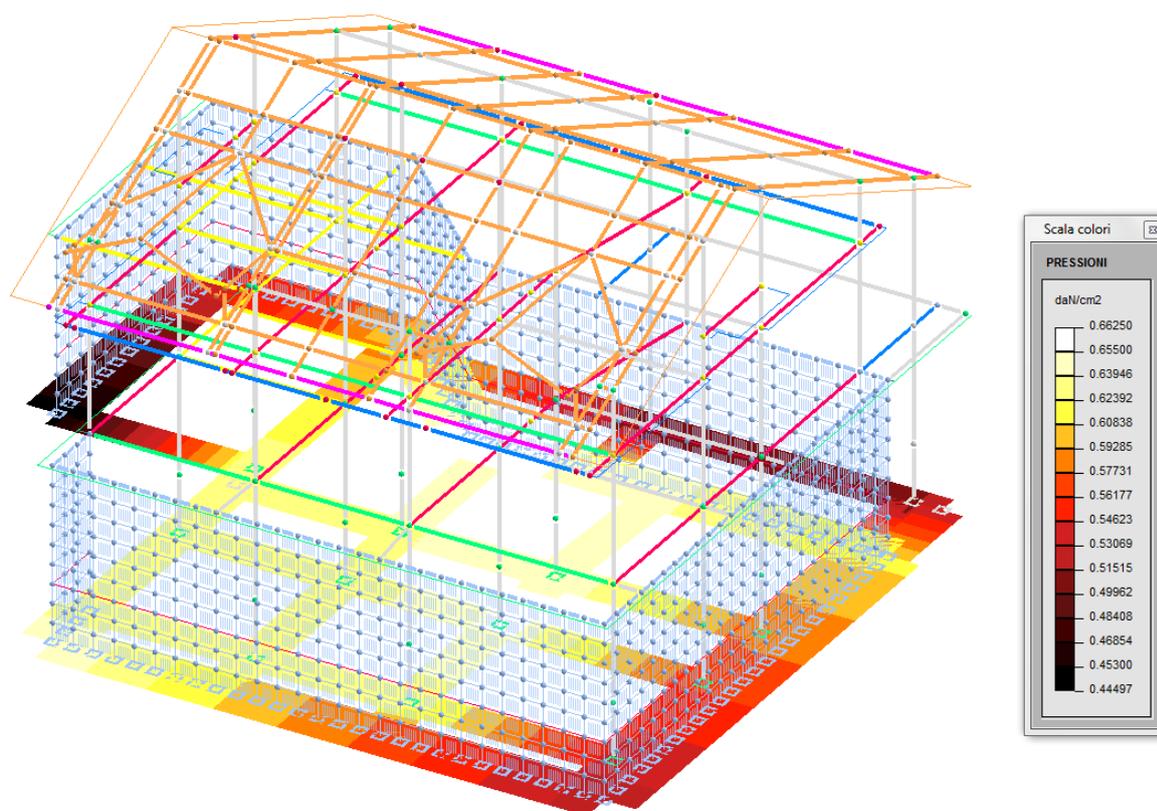
## Compatibilità Strutturale

In relazione agli interventi in oggetto, sulla base di fondazioni nastriformi tipo 100x40h, si possono evincere i seguenti elementi :

Nelle condizioni di SLU (sismico e statico) la distribuzione delle pressioni agenti sotto il piano di fondazione delle travi assume il seguente andamento per il 1° fabbricato



Si può facilmente osservare come la massima pressione incidente allo SLU non superi gli 9 N/cm<sup>2</sup> (ovvero 90 KN/m<sup>2</sup>) e si attesti ben al di sotto del limite previsto per la Qlim



Anche per il II° edificio si può facilmente osservare come la massima pressione incidente allo SLU non superi gli 7 N/cm<sup>q</sup> (ovvero 70 KN/m<sup>q</sup>) e si attesti ben al di sotto del limite previsto per la Qlim

Per tutte queste motivazioni, nessuna esclusa, dal punto di vista geotecnico l'intervento appare ammissibile e compatibile con il suolo di fondazione

Asti, li 20/01/2014

